



Universidad Nacional
SAN LUIS GONZAGA



Atribución-NoComercial-SinDerivadas 4.0 Internacional

Esta licencia es la más restrictiva de las seis licencias principales Creative Commons, permitiendo a otras solo descargar sus obras y compartirlas con otras siempre y cuando den crédito, pero no pueden cambiarlas de forma alguna ni usarlas de forma comercial.

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0>



Recibo de pago N° 896532

Visto el Informe N° 214-2025-PIEO-UI-FIMEE-UNSLG, emitido la operaria del sistema de antiplagio se emite la siguiente constancia:

N° 203-2025

CONSTANCIA

El que suscribe, director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería Mecánica Eléctrica y Electrónica, hace constar que se ha realizado el análisis con el software de verificación de similitud de la **Tesis** cuyo título es:

“SISTEMATIZACIÓN DEL PLAN DE MANTENIMIENTO Y EFICIENCIA DE LOS EQUIPOS BIOMÉDICOS EN EL HOSPITAL DE ANGAMOS - LIMA”

Presentado por:

CARIGA LAZARO, MARCOS FRANCISCO

BACHILLER de la Facultad INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA – Escuela Profesional de INGENIERÍA ELECTRÓNICA. El resultado obtenido es un porcentaje de UNO POR CIENTO (1%), por el cual se le otorga el calificativo de:

APROBADO

Se adjunta al presente, el reporte de evaluación con el software de verificación de originalidad.

Ica, 18 de Julio del 2025

UNIVERSIDAD NACIONAL SAN LUIS GONZAGA
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

José Luis Donayre Pasche
DIRECTOR DE UNIDAD

UNIVERSIDAD NACIONAL “SAN LUIS GONZAGA”
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
Facultad de Ingeniería Mecánica, Eléctrica y Electrónica



“Sistematización del plan de mantenimiento y eficiencia de los equipos biomédicos en el Hospital de Angamos - Lima”

Línea de Investigación: Ciencias naturales, Ingeniería y Tecnologías Sostenibles

TESIS

Para optar el título de ingeniero electrónico

AUTOR:

Bach. MARCOS FRANCISCO CARIGA LAZARO

Ica – Perú

2025

DEDICATORIA

Esta tesis va dedicada a mi abuelo que está en el cielo
A mis padres por darme educación y enseñarme
buenos valores,
A mi asesor de tesis porque creyó en mis habilidades y
conocimientos
A mis profesores de la Universidad Nacional San Luis
Gonzaga de Ica por formar parte de mi etapa
universitaria y permitirme aprender de ellos,
Finalmente, a todas las personas que influyeron en mi
etapa profesional y estuvieron conmigo en las buenas y
en las malas.

AGRADECIMIENTO

Primero agradecer a Dios por iluminar mi mente y sabiduría

A mi familia que son mi razón de vivir por apoyarme en esta etapa de mi desarrollo profesional

A mi asesor de tesis por creer en mis habilidades y apoyarme en todo momento en la realización de mi tesis

Al personal técnico del hospital de Angamos por darme la idea para poder realizar esta tesis y

finalmente a mis amigos por su apoyo y consejos que me servirán para mejorar cada día.

INDICE DE CONTENIDO

Portada	i
Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice	iv
Índice de Tablas	vii
Índice de Figuras	viii
Resumen	x
Abstract	xi
I. INTRODUCCIÓN	12
1.1. Antecedentes de la Investigación	13
1.1.1 Antecedentes Internacionales	13
Antecedentes Nacionales	14
1.2 Marco teórico	16
1.2.1 Mantenimiento	16
1.2.1.1 Procedimiento	17
1.2.1.2 Rutina	17
1.2.1.3 Registro y control	17
1.2.1.4 Personal especializado	18
1.2.1.5 Parámetros	18
1.2.1.6 Objetivos del mantenimiento	18
1.2.2 Tipos de mantenimiento	19
1.2.2.1 Mantenimiento Preventivo	19
1.2.2.2 Mantenimiento Correctivo	19
1.2.2.3 Mantenimiento Predictivo	19
1.2.3 Mantenimiento de equipos médicos	22

1.2.4	Clasificación de equipos médicos	22
1.2.5	Equipos del hospital de Angamos	23
1.2.6	Herramientas de trabajo	38
1.2.7	Principales indicadores de mantenimiento	39
1.2.8	CMF (Costo de Mantenimiento de Facturación)	44
1.2.9	CPMV (Costo de mantenimiento sobre valor de reposición)	45
1.2.10	Distribución por tipos de mantenimiento	46
1.3	Planteamiento del Problema	46
1.3.1	Formulación del problema	46
1.3.1.1	Problema General	46
1.3.1.2	Problema Específicos	46
1.4	Justificación e Importancia de la Investigación	47
1.4.1	Justificación	47
1.4.2	Delimitación de la Investigación	47
1.5	Objetivos	47
1.5.1	Objetivo General	47
1.5.2	Objetivo Específicos	48
1.6	Hipótesis y variables de la investigación	48
1.6.1	Hipótesis	48
1.6.1.1	Hipótesis general	48
1.6.1.2	Hipotesis específicas	48
1.6.2	Variables	48
1.6.3	Operacionalización de las variables	49
II.	ESTRATEGIA METODOLÓGICA.	50
II.1.	Diseño de la investigación	50
2.2	Población y Muestra	50
2.3	Técnicas de recolección de información	51
2.4	Instrumentos de recolección de información	52

2.5. Técnicas de análisis e interpretación de datos	52
III. RESULTADOS.	53
3.1 Estructura del procedimiento de las actividades de mantenimiento preventivo y correctivo en el área de UCIN	51
3.2 Propuesta del software para administrar las actividades de mantenimiento del área UCIN del Hospital Angamos- Lima	68
3.3 Análisis económico	72
IV. DISCUSIÓN.	80
V. CONCLUSIONES.	82
VI. RECOMENDACIONES.	83
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.	84
VIII. ANEXOS.	87

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Rutina del mantenimiento preventivo del tensiómetro	24
Tabla 2	Rutina de mantenimiento preventivo de la campana de flujo	29
Tabla 3	Manual de solución de problemas en la incubadora normal	32
Tabla 4	Manual de solución de problemas en la incubadora de baja temperatura	33
Tabla 5	OTM de la lámpara de hendidura.	34
Tabla 6	Mantenimiento de un esterilizador de la marca icanclave	35
Tabla 7	Tabla de las variables independiente y dependiente	49
Tabla 8	Listado de problemas	60
Tabla 9	Inversión inicial y costos operativos para el plan de mantenimiento preventivo	72
Tabla10	Costos a incluir en la herramienta	73
Tabla 11	Recolección de información requerida para cada equipo	74
Tabla 12	Resultado final del costo de mantenimiento para el año 2024	75
Tabla 13	Indicadores de costos por cada mes	76
Tabla15	Indicadores de costos por servicio	78

ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. 1. Mantenimiento de equipo médico	17
Fig. 2. Aspirador de secreción	25
Fig. 3. Mantenimiento y reparación del aspirador de secreción	26
Fig. 4. Equipo de unidad dental	27
Fig. 5. mantenimiento preventivo del microscopio óptico del area de cirugía de Medicina Interna	28
Fig. 6. Campana de flujo	29
Fig. 7. Reparación y puesta en marcha de la caminadora del área de habilitación	30
Fig. 8. Incubadora neonatal del hospital de Angamos	31
Fig. 9. Lampara de hendidura del hospital de Angamos	34
Fig. 10. Funcionamiento y reparación de la autoclave en el área de esterilización del hospital de Angamos	36
Fig. 11. Cuidados para el mantenimiento del ecógrafo	37
Fig. 12. Verificación y revisión del UPS del ecógrafo del área de ginecología	38
Fig. 13. Formula y grafica del MTBF	40
Fig. 14. Aplicación del MTBF	40
Fig. 15. Formula y grafica del MTTR	41
Fig. 16. Aplicación del MTTR	41
Fig. 17. Formula del backlog	43
Fig. 18. Graficas de curvas de backlog	43
Fig. 19. Formula y aplicación del CMF	45

Fig. 20. Formula y aplicación del CPMV	45
Fig. 21. Diagrama de problemas de mantenimiento	59
Fig. 22. Problemas principales: Diagrama de Pareto	61
Fig. 23 Indicadores de costos por mes	
Fig. 24. Diagrama de barras del total de repuestos adquiridos por mes	77
Fig. 25. Diagrama de barras de mantenimientos correctivos realizados por mes	78
Fig. 26 Indicadores de costos por servicio	79

RESUMEN

El **objetivo** del presente trabajo es: Establecer la sistematización del plan de mantenimiento y eficiencia de los equipos biomédicos en el Hospital de Angamos – Lima. **Metodología:** La investigación desarrollada es de enfoque cuantitativo debido a que se utilizó técnicas cuantitativas que repercutió en la medición numérica. Además, por el conocimiento que persigue esta investigación es de tipo aplicada debido a que busca diseñar una propuesta de un plan de mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad de un conjunto de equipos médicos de un hospital. **Población:** La muestra estuvo conformada por todos los equipos médicos de las diferentes áreas del hospital Angamos tanto equipos de rayos-X, laboratorio, hospitalización, farmacia, esterilización, emergencia, centro quirúrgico entre otras áreas que requieren de equipos para el desarrollo de sus procedimientos. La muestra fue elegida por el método no probabilístico por conveniencia del investigador debido a es el área que tiene mayor demanda para usar estos equipos, además se cuenta con acceso a los equipos de dicha área. Para el presente estudio la técnica de recolección de datos utilizada es la observación directa, donde se observará y registrará la disponibilidad de los equipos médicos del hospital en estudio antes y después del diseño del plan de mantenimiento preventivo.

Finalmente, esto conduce a la **conclusión** que El Hospital III Suarez Angamos - EsSALUD, cuenta con el área de sección de mantenimiento de equipos médicos acorde a los avances que se requiera, también dispone de insumos biomédicos y equipos médicos suficientes, y también dispone de un estudio para la programación y ejecución del presupuesto que se requiere en unidades de equipos médicos.

Palabras claves: Plan de Mantenimiento, equipos biomédicos, Programación y ejecución

ABSTRACT

The objective of this work is: To establish the systematization of the maintenance and efficiency plan for biomedical equipment at the Angamos Hospital - Lima. Methodology: The research developed is of a quantitative approach because quantitative techniques were used that had an impact on the numerical measurement. In addition, due to the knowledge that this research pursues, it is of an applied type because it seeks to design a proposal for a preventive maintenance plan to improve the availability of a set of medical equipment in a hospital. Population: The sample consisted of all the medical equipment in the different areas of the Angamos Hospital, including X-ray equipment, laboratory, hospitalization, pharmacy, sterilization, emergency, surgical center, among other areas that require equipment for the development of their procedures. The sample was chosen by the non-probabilistic method for the convenience of the researcher because it is the area that has the highest demand to use this equipment, and there is also access to the equipment in said area. For the present study, the data collection technique used is direct observation, where the availability of the medical equipment of the hospital under study will be observed and recorded before and after the design of the preventive maintenance plan.

Finally, this leads to the conclusion that Hospital III Suarez Angamos - EsSALUD, has the medical equipment maintenance section area according to the advances required, it also has sufficient biomedical supplies and medical equipment, and also has a study for the programming and execution of the budget required in medical equipment units.

Keywords: Maintenance Plan, biomedical equipment, Programming and execution

I.- INTRODUCCIÓN

Los equipos médicos hoy en día han tomado un papel muy protagónico en la prestación de los servicios de salud alrededor del mundo, permitiendo lograr con mayor facilidad y eficacia procedimientos en el campo diagnóstico a través de equipos como resonancias magnéticas, rayos “x” y ultrasonidos; en procedimientos terapéuticos a través de marcapasos, bombas de infusión, incubadoras neonatales, etc.; en intervenciones de soporte de vida por medio de máquinas de anestesia, ventiladores mecánicos, bombas extracorpóreas, entre otros. Es muy fácil visualizar las ventajas y beneficios que los equipos médicos pueden proporcionar en la atención sanitaria; pero, dichos equipos ¿Son gestionados correctamente durante su ciclo de vida?, ¿Se vela por que cuenten con los recursos y ambientes requeridos?, ¿Cuándo la funcionalidad no es la esperada y desencadenan un evento adverso, ¿quién lo investiga e interviene en la mitigación del mismo? Si lo anterior no es considerado, se da por hecho que los equipos médicos se encuentran susceptibles a presentar fallas de funcionamiento o baja eficiencia, efectividad o seguridad, las cuales a su vez incrementan el riesgo a que el personal médico brinde un diagnóstico incorrecto o un inadecuado tratamiento médico y/o a causar otros tipos de daños de manera directa o indirecta a los pacientes, tales como golpes, quemaduras, descargas eléctricas, infecciones, hemorragias, muerte, etc.

En el Sistema Nacional de Salud la gestión de los equipos médicos se encuentra subvalorada, las áreas encargadas de velar por dicha gestión se encuentran limitadas en presupuesto, personal, instrumentos, herramientas, áreas físicas, actualización en equipo médico, entre otros aspectos, lo cual las limita a desarrollarse y desenvolverse únicamente como áreas de servicios de mantenimiento correctivo, en su mayor porcentaje.

La privación del involucramiento de la ingeniería biomédica en los procesos de gestión de los equipos médicos limita los resultados concretos que potencien el provecho de los equipos médicos, así como la prevención y/o mitigación de los riesgos inherentes a su utilización. Por lo tanto, en cada una de las instituciones de salud es de suma relevancia mantener una especial atención a la gestión de los equipos médicos, conociendo las carencias y debilidades que existen, teniendo en cuenta que los factores de riesgo que pueden desencadenar un evento adverso están vinculados directa e indirectamente a dicha gestión, y de no ejecutarse adecuadamente, aumenta un constante

riesgo de ocurrencia de eventos adversos, que seguirán afectando la salud y seguridad de pacientes y personal dentro de la institución hospitalaria.

De esta manera, surge la necesidad de conocer el estado actual del desarrollo de la aplicación de conceptos básicos de la ingeniería biomédica en la gestión de los equipos médicos en el Hospital de Angamos” de Lima, en el periodo comprendido entre enero y septiembre del año 2024, realizando a través de un estudio cualitativo la recopilación de datos relacionados a los procesos de mantenimiento, instalaciones, evaluaciones, entrenamiento de uso, etc. de los equipos médicos, los cuales permitan establecer comparaciones entre la gestión de los equipos médicos desarrollada y lo establecido en la teoría, con el fin de identificar aspectos que afecten los servicios de salud prestados y la vulnerabilidad en la seguridad del paciente.

1.1 Antecedentes:

Para esta sección se han considerado referencias tanto nacionales como internacionales con el objetivo de tener un mejor enfoque en el estudio de las variables. Los antecedentes se presentan a continuación:

1.1.1 Antecedentes internacionales:

Ávila y Crespo en el año 2022, concluyen que: “A través del desarrollo de la etapa de levantamiento de información, se consiguió identificar las falencias existentes al momento de gestionar el mantenimiento de equipos médicos del Hospital Santa Inés, esto se definió con base en la información recolectada en el registro de los históricos de mantenimiento, las visitas a los diferentes departamentos y las entrevistas con técnicos de mantenimiento externos e internos, donde se evidenció la existencia de un total de 266 equipos médicos y que únicamente manejan registros esporádicos de las actividades realizadas sobre un 26 % del total de equipos del hospital, lo que implica que no existe información física completa acerca del mantenimiento que se realiza sobre la mayor parte de los equipos, ocasionando una dificultad al momento de realizar el análisis que será la base para el desarrollo del plan de mantenimiento” [1].

Ortiz y Espín en el año 2022 “En la presente investigación se expone el desarrollo de un Sistema de Gestión de Mantenimiento en el centro quirúrgico del Hospital General Docente Ambato, para lo que se aplican metodologías de reconocimiento estableciendo un inventario inicial de los equipos médicos sobre el que se realiza un diagnóstico de su situación actual, información que contribuye posteriormente al desarrollo de un análisis de criticidad en forma independiente para cada uno de los

equipos, lo que permite la selección de un inventario de mantenimiento prioritario, estableciendo así los equipos que requieren de actividades de mantenimiento preventivo y que serán objeto para el establecimiento de un plan general de mantenimiento anual, por lo que es necesario la definición una frecuencia de mantenimiento específica para cada equipo, lo que se consigue a través de una evaluación clínica de los factores que influyen sobre sus requerimientos de mantenimiento, definiendo así la cantidad de veces al año que se desarrollará el mantenimiento preventivo. Para hacer factible la aplicación de los elementos del Sistema de Gestión de Mantenimiento desarrollado, se diseñan procedimientos para actividades de mantenimiento en general, instructivos de mantenimiento preventivo para los equipos según su función y procedimientos para la evaluación y el seguimiento de los resultados obtenidos, permitiendo un adecuado desenvolvimiento y una optimización constante de los recursos disponibles para mantenimiento de los equipos médicos”. [2]

Hernández y Sandoval en el año 2019. “Propósito: Identificar la aplicación de conceptos de ingeniería biomédica en la gestión de los equipos médicos, los cuales permitieran establecer comparaciones entre la gestión de los equipos médicos desarrollada y lo establecido en la teoría, con el fin de identificar aspectos contraproducentes que puedan afectar los servicios de salud prestados y la vulnerabilidad en la seguridad del paciente.

Materiales y Métodos: La recolección de datos se ejecutó a través de los instrumentos de entrevista semiestructurada por medio de un muestreo teórico o intencional de los autores.

Resultados: Entre los principales resultados obtenidos se identifica que existe una limitación en cuanto a recurso humano y la formación continua sistemática y actualización del personal del departamento de biomédica, no se desarrollan evaluaciones de diseño y gestión de proyectos que involucren la infraestructura y sistemas hospitalarios en torno a los equipos médicos, no se cuenta con inventario técnico de los equipos médicos, ni existen programas desarrollados de tecnovigilancia.

Conclusiones: La aplicación de los conceptos de ingeniería biomédica en la gestión de los equipos médicos dentro del hospital Nacional “San Pedro” se encuentra muy limitada, identificándose un desarrollo prácticamente nulo, lo cual puede conllevar a la ocurrencia de múltiples eventos adversos” [3]

1.1.2 Antecedentes Nacionales:

Ochoa en el año 2023, concluye que: “El objetivo general fue incrementar la

disponibilidad de equipos médicos en el área de emergencia del Centro de Salud CLAS San Jerónimo – 2022. Se utilizó la siguiente metodología el tipo de investigación es aplicada, y de nivel de investigación es descriptivo y propositivo, En la investigación se tomó como unidad de estudio el área de emergencia del Centro de Salud CLAS San Jerónimo. Las técnicas para la recolección de datos fueron la observación y la entrevista para las variables y los instrumentos son la lista de chequeo y la entrevista para las variables. La conclusión principal de esta tesis fue el incremento de la disponibilidad de los equipos médicos en el área de emergencia del Centro de Salud CLAS San Jerónimo obteniéndose un alto porcentaje de los equipos intervenidos como valor promedio 95.710% en los equipos de alta prioridad, garantizando así el mayor tiempo de operatividad de cada uno de ellos, la confiabilidad de los diagnósticos y la mejora en la calidad de atención a la población” [4].

López y Talavera en el año 2023, Esta tesis aborda la problemática del mantenimiento de equipos biomédicos en el contexto del Hospital Belén de Trujillo, Perú. La falta de conocimientos técnicos y formación del personal, así como la carencia de herramientas adecuadas para el mantenimiento, han llevado a la necesidad de desarrollar un plan de mantenimiento preventivo y correctivo para estos equipos. Este informe presenta dos tipos de mantenimiento: preventivo y correctivo. El mantenimiento preventivo se centra en mantener el buen funcionamiento y prolongar la vida útil de los equipos. El mantenimiento correctivo se encarga de corregir las averías ya producidas. Se destaca la importancia de la ingeniería electrónica en la biomedicina, permitiendo el diseño y desarrollo de dispositivos médicos electrónicos, sistemas de análisis de datos y tecnologías de investigación médica. El informe propone la implementación de un manual de mantenimiento preventivo y correctivo para equipos biomédicos en el Hospital Belén de Trujillo. Los objetivos incluyen diagnosticar la situación actual del proceso de mantenimiento, describir los problemas existentes en los equipos biomédicos más utilizados, determinar costos y beneficios, y desarrollar un manual que garantice el mantenimiento efectivo de los equipos. Para fundamentar la propuesta, se presentan antecedentes internacionales, nacionales y locales que abordan estrategias y metodologías similares en el ámbito del mantenimiento de equipos biomédicos. El informe también detalla los tipos de equipos biomédicos considerados en el estudio, como microscopios binoculares, centrífugas, espectrofotómetros visibles, baño de agua maría, esterilizador eléctrico de aire caliente seco, incubadora biológica, autoclave vertical, destilador de agua, rotador serológico, analizador bioquímico semi automatizado, analizador hematológico semi automatizado y ecógrafo; junto con sus

funciones y características técnicas. En este estudio, se utilizará el diagrama de Pareto para analizar las principales causas de fallas en los equipos biomédicos del Hospital Belén de Trujillo. También utilizaremos el diagrama de Ishikawa para identificar y comprender las diversas causas de los problemas en los equipos biomédicos del hospital [5]

Fernández en el año 2023, El objetivo de la presente investigación fue Diseñar un Plan de mantenimiento de equipos biomédicos de alto riesgo para un Hospital público del departamento de San Martín, 2023. La investigación fue de tipo aplicada con un diseño no experimental, mixto, transversal, descriptivo-propositivo. La población en estudio estuvo conformada por 212 profesionales de salud (como médicos, enfermeros, técnicos biomédicos) que trabajen en el hospital objeto de estudio, se realizó un muestreo probabilístico al azar con un nivel de confianza del 95% dando como resultado una muestra de 133 personal de salud, Como técnica de recolección de datos se aplicó la encuesta y como instrumento de recolección de datos se aplicó un cuestionario con preguntas estructuradas cerradas codificadas según la escala de Likert de 5 puntos, Para conocer el estado actual de los equipos biomédicos de alto riesgo se trabajaron con 4 Dimensiones obteniéndose los siguientes resultados: para la dimensión Satisfacción con el Plan de Mantenimiento de Equipos Biomédicos: 2.5 según Likert, para Seguridad y Fiabilidad de los Equipos Biomédicos y Formación y Capacitación en el Uso de Equipos Biomédicos, se obtuvo 3.5 respectivamente y para la Colaboración Interdepartamental y Comunicación se obtuvo la más alta puntuación 3,8 Se aplicó un Plan de mantenimiento de los siguientes equipos biomédicos: Coche de paro equipado (desfibrilador y equipo de reanimación) Electrobisturí monopolar / bipolar digital, Máquina de anestesia 3 gases con monitoreo básico, y por último una Unidad radiológica Estacionaria Digital con comando y accesorios, dentro del plan de mantenimiento se incluyó La evaluación de riesgos, Normas y estándares; la descripción de las actividades a realizar para el mantenimiento de cada equipo y por último se designaron a los responsables. Se concluye que Un plan de mantenimiento para equipos biomédicos de alto riesgo tiene un impacto significativo en la seguridad del paciente, minimiza los errores, proporciona confianza al personal de salud sobre su desempeño profesional y mejora la calidad de vida de la población [6].

1.2 Marco teórico

1.2.1 Mantenimiento:

Consiste en una serie de procedimientos por el cual determinados equipos, infraestructuras, o bienes físicos y virtuales, son tratados de tal manera que el tiempo, el uso, o el cambio de circunstancias externas no lo afecten.

Por decirlo de otra manera, son acciones vinculadas a la conservación de los bienes, encaminadas a revertir el deterioro causado por el uso.



Fig. 1. Mantenimiento de equipo médico.

1.2.1.1 Procedimiento:

Es un conjunto de acciones puntuales, en secuencia, con un orden establecido, con la finalidad de realizar correctamente una tarea.

Los procedimientos repetitivos se denominan rutinas.

1.2.1.2 Rutina:

Es una acción que se repite en el tiempo, cuya frecuencia puede ser establecida de acuerdo a las necesidades del equipo o área que lo requiera.

Las acciones que se llevan a cabo son elementales, por lo general sin emplear herramientas. Estas son:

- Inspección física del equipo
- Prueba de funcionamiento
- Limpieza
- Evaluación de piezas, accesorios, componentes.

1.2.1.3 Registro y control:

Registrar es la acción de anotar o consignar en un documento, formulario o planilla los datos observados, las características o las propiedades que posee un equipo o bien.

El control, por su parte, permite establecer un orden numérico, por lo general consecutivo, de un registro, de manera que se pueda almacenar, clasificar y ordenar, con la finalidad de hacer un seguimiento a determinada actividad.

1.2.1.4 Personal especializado:

También conocido como técnico electrónico o técnico biomédico. Es un personal capacitado en un área específica y con amplia experiencia para llevar a cabo una tarea. Entre sus habilidades se encuentran:

- Conocimiento de los ambientes de trabajo
- Manejo de herramientas
- Evaluación de parámetros
- Uso de documentación técnica

1.2.1.5 Parámetros:

Es un dato, un valor que permite evaluar, valorar o calificar un aspecto o característica de una actividad, procedimiento o equipo. Los parámetros cuantitativos por lo general tienen un valor predeterminado, y se usan herramientas o instrumentos de medición, o fórmulas matemáticas para obtenerlos. Los parámetros cualitativos utilizan instrumentos de evaluación para determinarlos.

1.2.1.6 Objetivos del mantenimiento:

- a) Compensar la degradación que sufren los equipos e infraestructuras con el paso del tiempo y debido a su uso.
- b) Maximizar la disponibilidad de instrumentos y equipos. Es importante para una institución que los equipos cumplan con la función para la cual fueron adquiridos, y la prestación de servicio que involucre estos equipos esté siempre disponible.
- c) Garantizar la confiabilidad de la función del equipo. El paso del tiempo y el desgaste puede ocasionar paradas en los equipos, o resultados no deseados.
- d) Alcanzar o prolongar la vida útil de los equipos. El diseño de todo equipo o infraestructura determina su durabilidad en función del tiempo y del uso adecuado.

e) Disminución de los costos de mantenimiento. las reparaciones sucesivas suelen ser costosas, por lo que siempre será más ventajoso recurrir a evaluaciones periódicas para evitar daños costosos que pudieron evitarse.

1.2.2 Tipos de mantenimiento:

1.2.2.1 Mantenimiento Preventivo:

Es el conjunto de actividades programadas a intervalos predeterminados y desarrollados profesionalmente, con la finalidad de evitar, detectar y corregir fallas menores que, con el tiempo, pudieran convertirse en fallas mayores. La frecuencia del mantenimiento preventivo dependerá del tipo de equipo, su uso, el ambiente en el que se encuentre y las condiciones bajo la cuales opera el equipo.

1.2.2.2 Mantenimiento Correctivo:

Es un proceso que tiene como objetivo restablecer todos los parámetros iniciales de funcionamiento de los equipos. Este tipo de mantenimiento se puede realizar improviso por alguna causa no predecible, o ejecutarlo previamente planificado. Este tipo de mantenimiento generalmente lo realiza un personal especializado.

Es aquel que se basa en la observación, medición, seguimiento, y monitoreo de las condiciones operativas de los equipos o instalaciones. Está relacionado al desgaste. Si se quiere, se puede definir como un indicador de advertencia o pre-alarma, cuyo objetivo es prevenir fallas. Este no tiene periodos preestablecidos como en el mantenimiento preventivo, sino ajustado a la durabilidad de las piezas que se están evaluando.

1.2.2.3. Mantenimiento Predictivo:

El mantenimiento predictivo (PdM) se fundamenta en la monitorización basada en las condiciones para optimizar el rendimiento y la vida útil de los equipos mediante la evaluación continua de su estado en tiempo real. Al recopilar datos de sensores y aplicar herramientas y procesos analíticos avanzados como el aprendizaje automático (ML), el mantenimiento predictivo puede identificar, detectar y abordar los problemas a medida que ocurren, así como predecir el posible estado futuro del equipo y, por lo tanto, reducir el riesgo. La clave es proporcionar la información correcta en el momento adecuado a las personas adecuadas.

¿En qué consiste el mantenimiento predictivo?

El mantenimiento predictivo se basa en una variedad de tecnologías, como Internet de las cosas (IoT), análisis predictivos e inteligencia artificial (IA). Los sensores conectados recopilan datos de activos como maquinaria y equipos. Esto se recoge en el

edge o en la nube en un sistema de gestión de activos empresariales (EAM) o sistema de gestión de mantenimiento computarizado (CMMS) habilitado para IA. La IA y el aprendizaje automático se utilizan para analizar los datos en tiempo real para crear una imagen del estado actual del equipo, activando una alerta si se identifica algún posible defecto y entregándolo al equipo de mantenimiento.

Además de proporcionar advertencias de defectos, los avances en algoritmos de aprendizaje automático permiten soluciones de mantenimiento predictivo para hacer predicciones sobre el estado futuro del equipo. Se pueden utilizar para impulsar una mayor eficiencia en los flujos de trabajo y procesos relacionados con el mantenimiento, como la programación puntual de las órdenes de trabajo y las cadenas de suministro de mano de obra y piezas. Además, cuantos más datos se recopilen, más conocimientos se generarán y mejores serán las predicciones. Esto da a las empresas la confianza de que el equipo funciona de forma óptima.

Desafíos del mantenimiento predictivo

Hay barreras para el mantenimiento predictivo que pueden ser costosas, al menos en un primer momento.

Infraestructura del sistema: los costes de puesta en marcha asociados a la complejidad de la estrategia son elevados. A menudo implican actualizar e integrar sistemas de monitorización y tecnología obsoletos, así como invertir en herramientas de mantenimiento y gestión de datos, así como en la infraestructura de datos y sistemas.

Capacitación de la fuerza laboral: capacitar a la fuerza laboral para usar las nuevas herramientas y procesos e interpretar correctamente los datos puede ser costoso y llevar mucho tiempo.

Requisitos de datos: el pasado es un predictor del rendimiento futuro. Para que el mantenimiento predictivo sea eficaz, la disponibilidad de grandes volúmenes de datos históricos y de fallos (o proxy) de series temporales es vital. La capacidad de analizar correlaciones y análogos de datos con tipos de equipos similares en condiciones físicas también es esencial y también puede ayudar a mejorar la naturaleza predictiva de los análisis.

Evaluar la gravedad y el coste de los fallos de los distintos activos también lleva tiempo y dinero, pero es fundamental para determinar si el mantenimiento predictivo es adecuado: los activos de bajo coste con piezas baratas fácilmente disponibles pueden estar mejor atendidos con otras estrategias de mantenimiento. Los programas de

mantenimiento predictivo son difíciles, pero las ventajas competitivas y financieras de una estrategia bien ejecutada son significativas.

Efectividad del mantenimiento predictivo

Para que un programa de mantenimiento predictivo se considere efectivo, este debe incrementar la fiabilidad (reliability) y el estado operacional de la maquinaria mientras que al mismo tiempo se reducen costos de producción, incluyendo los costos de mantenimiento. Para diseñar e incorporar un programa de mantenimiento predictivo efectivo es necesario determinar los equipos que van a utilizarse en este mantenimiento, así como las máquinas y procesos que justifiquen la implementación del programa tanto técnica como económicamente. Para lograr esto se requiere:

Conocer los diferentes tipos de fallas y efectos negativos que estos causan sobre la maquinaria (análisis RCM)

Conocer las ventajas y limitaciones de las diferentes técnicas de mantenimiento predictivo para seleccionar la técnica más aplicable y justificable económicamente

Contar con un equipo de técnicos altamente cualificados en las técnicas de mantenimiento predictivo

Cambiar la cultura de mantenimiento correctivo a la cultura del mantenimiento proactivo o predictivo.

Ventajas y desventajas del mantenimiento predictivo

Ventajas:

Las fallas se detectan en sus etapas iniciales por lo que se cuenta con suficiente tiempo para hacer la planificación y la programación de las acciones correctivas (mantenimiento correctivo o curativo) en paros programados y bajo condiciones controladas que minimicen los tiempos muertos y el efecto negativo sobre la producción y que, además, garanticen una mejor calidad en las reparaciones.

Las técnicas de detección del mantenimiento predictivo son en su mayor parte técnicas "on-condition", que significa que las inspecciones se pueden realizar con la maquinaria en operación a su velocidad máxima no siendo necesario el desmontaje de la máquina.

Anticipación a los fallos.

Ahorro de repuestos.

Mejora el conocimiento sobre la máquina.

Mejora de la fiabilidad.

Reducción del tiempo y costes en el mantenimiento.

Desventajas:

Alta inversión inicial ya que requiere de equipos específicos y costosos.

La necesidad de un personal más calificado.

Pasos para la implantación efectiva del mantenimiento predictivo

Los pasos mínimos necesarios previos a la implantación del mantenimiento predictivo son:

Definir los objetivos y su impacto financiero que se pretenden lograr con el mantenimiento predictivo

Definir los objetivos y su impacto financiero que se pretenden lograr con el mantenimiento predictivo

Seleccionar el equipo crítico (análisis de criticidad).

Efectuar análisis de modos y efectos de fallo (AMEF).

Determinar los parámetros factibles a monitorizar.

Seleccionar la técnica y el método adecuados de mantenimiento predictivo.

Definir quién tendrá la responsabilidad de llevar a cabo el mantenimiento predictivo.

Elaborar la justificación económica del programa de mantenimiento predictivo.

Elaborar los procedimientos detallados de las rutinas de mantenimiento predictivo.

Capacitar y entrenar al personal en la metodología y técnicas del mantenimiento predictivo.

Dar el soporte oficial para el inicio del programa de mantenimiento predictivo.

1.2.3 Mantenimiento de equipos médicos:

El mantenimiento de equipos médicos tiene su importancia en el hecho de que estos prestan servicios que requieren veracidad, confiabilidad y alta calidad.

Los procedimientos generales para el mantenimiento de equipos médicos incluyen una inspección de las condiciones ambientales. Además, inspección externa e interna del equipo.

La vida útil de los equipos está directamente relacionada con el correcto uso que a estos se les dé, además el mantenimiento permite identificar los riesgos de fallos futuros e impedir a tiempo que sean mayores. También es necesario el reemplazo de piezas vulnerables para garantizar la seguridad e impedir desgastes mayores e innecesarios del equipo médico.

1.2.4 Clasificación de equipos médicos:

Los equipos médicos son dispositivos que hacen uso de cierta tecnología para el diagnóstico, tratamiento y rehabilitación de un enfermedad o lesión.

La tecnología médica se clasifica en:

1.2.4.1 Alta Tecnología:

Son equipos de gran complejidad, que exigen investigación continua, innovación tecnológica y actualización de conocimientos. Generalmente son costosos.

1.2.4.2 Mediana Tecnología:

Hacen uso de sistemas de menor nivel de complejidad que los anteriores, por lo tanto, su implementación y uso tienen menores requerimientos. Los costos de estos dispositivos son menores.

1.2.4.3 Baja Tecnología:

Por lo general engloban dispositivos mecánicos, sencillos de usar, y en consecuencia, resultan fáciles de adquirir.

1.2.5 Equipos del hospital de Angamos

1.2.5.1 Tensiómetro

El tensiómetro, también conocido como monitor de presión arterial, es un dispositivo que mide la fuerza que ejerce el flujo sanguíneo en las paredes de las arterias y detecta dos tipos de presiones: sistólica y diastólica.

La presión sistólica es la que se produce cuando el corazón se contrae y envía una corriente de sangre a través de los vasos sanguíneos aumentando la tensión arterial. Por otro lado, la presión diastólica es la que se genera cuando el corazón se relaja entre latidos reduciendo esta tensión arterial.

Los tensiómetros nos sirven para detectar irregularidades en la presión arterial de nuestro cuerpo. La detección temprana de estas anomalías nos ayuda a prevenir complicaciones o consecuencias graves en la salud. Además, para las personas hipertensas son muy útiles para mantener un monitoreo de sus presiones sistólicas y diastólicas de manera sencilla desde sus hogares.

1.2.5.1.1 Rutina del mantenimiento del tensiómetro:

TABLA I.

RUTINA DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO DEL TENSÍOMETRO

EQUIPO	TENSIOMETRO	
Inspeccionar las condiciones ambientales en las que se encuentra el equipo		
Efectuar limpieza integral eterna del equipo		
El equipo debe ser limpiado con un paño húmedo, no se deben utilizar sustancias abrasivas, el manómetro (módulo de control) no se debe sumergir en ninguna sustancia líquida		
Realizar verificación y ajuste de fugas en sistema neumático (brazalete, mangueras, válvula/pera)		
Realizar verificaciones y estado del velcro(brazalete), cambiar si es necesario		
Realizar verificaciones de presión (mmHg) con equipo patrón		
Realizar verificación general de funcionamiento del equipo		
Material Gastable - Franela - Limpiador de superficie líquido - Desinfectante	Repuestos mínimos -Brazalete	Herramientas y equipos - Desentornillador philips - Desentornillador plano - Llaves fijas - Llaven ellen



Fig. 2. Mantenimiento del tensiómetro rodable

1.2.5.2 Aspirador de secreciones

El aspirador de secreciones es un dispositivo con un compresor que crea una presión negativa o de vacío (succión). Este equipo dispone de varias piezas:

- a. Un tubo que se acopla al catéter de succión y otro más corto que conecta con el equipo.

- b. Un manómetro para indicar la presión.
- c. Una botella para la recogida de secreciones.
- d. Un interruptor ON/OFF (en la parte posterior) y conector a la corriente eléctrica.
- e. Un filtro bacteriológico, que puede estar incorporado o no en el vaso.
- f. Un regulador para seleccionar la presión



Fig. 2. Aspirador de secreción

1.2.5.2.1 Mantenimiento y limpieza del aspirador de secreción

- * Lavarse las manos.
- * Desconectar los tubos y enjuagarlos succionando agua caliente a través de ellos.
- * Quitar la tapa de la botella colectora de secreciones y separarla del equipo para evitar humedecer el filtro bacteriológico.
- * Vaciar y limpiar la botella, como mínimo, una vez al día, o siempre que las secreciones alcancen la línea de la botella. Los fluidos deben ser eliminados tirándolos por el retrete, no por el fregadero.
- * Lavar la botella y la tapa con agua caliente y detergente, enjuagarlas y secarlas por fuera con un trapo limpio antes de volver a colocarlas. Un equipo sucio o contaminado es una fuente de infecciones respiratorias.
- * El tubo de conexión largo se debe sustituir como mínimo mensualmente, o siempre que no pueda ser enjuagado correctamente.



Fig. 3. Mantenimiento y reparación del aspirador de secreción

1.2.5.3 Equipos de unidad dental:

El equipo dental o unidad odontológica es considerado como una serie de elementos que favorecen la recuperación dental a través de técnicas o método que realiza un higienista dental o en su efecto un odontólogo. Estas unidades odontológicas están compuestas principalmente por: sillón odontológico y unidad dental.

1.2.5.3.1 Mantenimiento y limpieza del aspirador de secreción

El mantenimiento de equipo dental no solo se realiza cuando se necesita, sino que puedes aplicar algunas técnicas de mantenimiento preventivo con antelación con la intención de que los daños no se acumulen y tengas que cambiar tus equipos de un momento a otro.

A continuación, te indicamos algunas pautas que es recomendable seguir dentro de la rutina diaria de la clínica, para asegurar una correcta limpieza y mantenimiento del equipo dental. Algunas de estas pautas será necesario que se lleven a cabo durante la jornada, otras al finalizarla y otras antes de comenzar a atender a los primeros pacientes.

- Abrir la válvula de aguas blancas.
- Examinar el funcionamiento del sillón y la lámpara.
- Revisar el filtro de la manguera de succión.

- Limpiar a fondo la escupidera y la unidad dental.
- Al finalizar el día, cortar todas las llaves de agua y la corriente eléctrica.
- Desinfectar el protector de la lámpara del sillón dental.



Fig. 4. Equipo de unidad dental

1.2.5.4 Microscopio óptico

Un microscopio óptico es un microscopio basado en lentes ópticas. También se le conoce como microscopio de luz (que utiliza luz o «fotones») o microscopio de campo claro. El desarrollo de este aparato suele asociarse con los trabajos de Anton van Leeuwenhoek. Los microscopios de Leeuwenhoek constaban de una única lente pequeña y convexa, montada sobre una plancha, con un mecanismo para sujetar el material que se iba a examinar (la muestra o espécimen). Este uso de una única lente convexa se conoce como microscopio simple, en el que se incluye la lupa, entre otros aparatos ópticos.

1.2.5.4.1 Mantenimiento y limpieza del microscopio óptico

En cuanto al mantenimiento del microscopio es bastante sencillo pero muy importante para asegurar su funcionalidad y alargar su vida útil:

- Siempre después de cada uso se debe apagar la luz, bajar la platina al máximo y dejar colocado el objetivo más pequeño.
- Mientras no esté en uso, el microscopio debe cubrirse con una funda plástica para evitar que la suciedad y el polvo se acumule en él.

- Si se encuentra polvo en alguna zona de difícil acceso, se debe retirar con una pera de plástico, pincel o accesorio similar, nunca podemos soplar nosotros mismos.
- Debe colocarse en una mesa que tenga buena estabilidad, y si es necesario transportarlo: se sujetará con una mano por el brazo y apoyar la base en la otra mano.
- No forzar los tornillos.

Si ocurre cualquier alteración y no podemos solventarla, debemos contactar de forma urgente con el servicio técnico.



Fig. 5. mantenimiento preventivo del microscopio óptico del área de cirugía de medicina interna

1.2.5.5 Campana de flujo

Una cabina de flujo laminar, cámara de flujo laminar o campana de flujo laminar es un recinto que emplea un ventilador para forzar el paso de aire a través de un filtro HEPA o ULPA y proporcionar aire limpio a la zona de trabajo libre de partículas de hasta 0.1 micras. Este tipo de equipos se fabrican en forma generalmente prismática con una única cara libre (la frontal) que da acceso al interior, donde se localiza la superficie de trabajo, que normalmente permanece limpia y estéril.



Fig. 6. Campana de flujo

1.2.5.5.1 Mantenimiento de la campana de flujo:

TABLA II

RUTINA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE LA CAMPANA DE FLUJO

Descripción de la tarea	Diario	Mensual	Trimeste	año	2 años	3 años
Descontaminación de la superficie de trabajo	x	x				
Verificación de alarmas	x					
Limpieza de la superficie exterior		x				
Limpieza de la ventana	x					
Inspección de la cabina por anomalías físicas o mal funcionamiento			x			
Limpieza profunda de manchas de la superficie de acero			x			
Recertificación				x		
Chequeo de las funciones del equipo gral				x		
Cambio de lámparas fluorescente					x	
Cambio de lampara a UV						x
Cambio de Pre filtro				x		

Fuente: El autor

1.2.5.6 Maquina de caminadora del área de rehabilitación

Una cinta de correr (también banda sin fin, cinta ergométrica, caminadora, caminadora de banda, trotadora, cinta de andar o máquina de caminar) es una máquina para entrenamiento físico que puede funcionar mediante propulsión eléctrica o manual, y que sirve para correr o andar sin moverse de un mismo sitio. Es considerada como una de las máquinas de ejercicio cardiovascular con mayor número de ventas a nivel mundial. Su uso es adecuado para la práctica de deporte, simulando el trote que podríamos llevar en

un espacio abierto. No obstante, también es utilizada para fines terapéuticos o de diagnóstico en centros médicos o de rehabilitación.

1.2.5.6.1 Mantenimiento de la máquina de caminadora del área de rehabilitación

- Limpieza general de equipo
 - Aspirada de motor y tarjeta
 - Limpieza de partes electrónicas
 - Revisión del motor principal
 - Revisión del motor de elevación.
 - Limpieza de la Banda
 - Limpieza de tabla o aglomerado.
 - Ajuste de banda.
 - Limpieza de sensor óptico.
- Revisión del funcionamiento de monitor y sus conexiones eléctricas.
 - Medición de Corriente (Amperajes y voltajes).



Fig. 7. Reparación y puesta en marcha de la caminadora del área de rehabilitación

1.2.5.7 Incubadora

Se denomina incubadora al aparato cuya función común es crear un ambiente con la humedad y temperatura adecuados para el crecimiento o reproducción de seres vivos.

Los principales tipos de incubadora son los que se utilizan en neonatología, las de uso en microbiología y las destinadas a la reproducción de especies ovíparas, incluyendo la producción comercial de huevos.

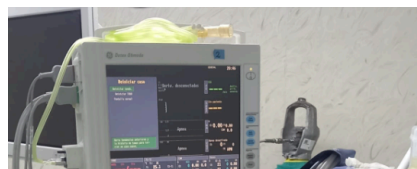
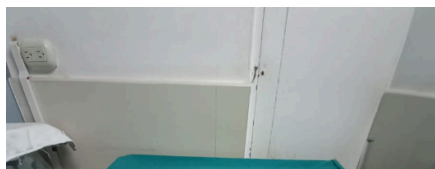


Fig. 8. Incubadora neonatal del hospital de Angamos

1.2.5.7.1 Mantenimiento de la incubadora

1.2.5.7.1.1 Para incubadora normal

TABLA III

MANUAL DE SOLUCIÓN DE PROBLEMAS EN LA INCUBADORA NORMAL

PROBLEMA	CAUSA PROBABLE	REMEDIO
La incubadora no enciende.	No hay energía en la red de alimentación eléctrica.	Revisar el estado de la acometida eléctrica.
	El interruptor de encendido/apagado está en la posición apagado.	Colocar el interruptor en la posición encendido.
	El cable de alimentación eléctrica está	Revisar cable o sustituirlo.

1.2.5.7.1.2 Para incubadora de baja temperatura

TABLA IV.

MANUAL DE SOLUCIÓN DE PROBLEMAS EN LA INCUBADORA DE BAJA TEMPERATURA

PROBLEMA	CAUSA PROBABLE	REMEDIO
El control de la incubadora no funciona	El interruptor esta apagado	Encender el interruptor principal
	No hay alimentación eléctrica	Verificar circuito de alimentación eléctrica
Lecturas de temperatura erráticas (superiores o inferiores a la especificada)	Hay acumulación de escarcha alrededor del evaporador	Descongelar según proceso definido por el fabricante
Temperatura uniforme en la cámara de incubación, pero superior a la seleccionada	Hay acumulación de escarcha alrededor del evaporador	Reducir la temperatura de enfriamiento
	El flujo interior de aire está bloqueado por contenedores de muestras	Reorganizar los contenedores para permitir el flujo de aire
Temperatura superior o inferior a la seleccionada	El control de temperatura podría requerir calibración	calibrar según procedimiento definido por el fabricante
El control se desconecta estando en operación	El voltaje de línea es inadecuado	Verificar el voltaje de línea, este no debe variar mas de 5% del voltaje especificado en la placa
El compresor no funciona, aunque el LED de enfriamiento este encendido	El protector térmico del compresor está abierto	Acometida eléctrica fuera de norma
Lecturas de temperatura superiores a las seleccionadas y disparo de alarma por encima de los 40°C	El relevo de enfriamiento esta defectuoso	Sustituir relevo de enfriamiento
	El compresor esta defectuoso	Sustituir compresor. Cargar refrigerante y calibrar (Procedimiento especializado que requiere herramientas especiales)

Fuente: Propia

1.2.5.8 Lámpara de hendidura

La lámpara de hendidura, también llamada biomicroscopia, es un dispositivo óptico que se utiliza en oftalmología y optometría para la exploración de las estructuras de la porción anterior del ojo.

Para realizar la exploración, el paciente debe sentarse y apoyar el mentón sobre un soporte que mantiene la cabeza inmóvil, el médico se coloca enfrente y a través del microscopio observa las diferentes partes del ojo. El sistema de iluminación va montado en un brazo móvil, lo que da la posibilidad de variar el ángulo con el que incide la luz sobre la superficie ocular. Se trata de una tecnología esencial en oftalmología y optometría con la que es posible detectar la posición, forma y profundidad de cualquier anomalía en la estructura del ojo.

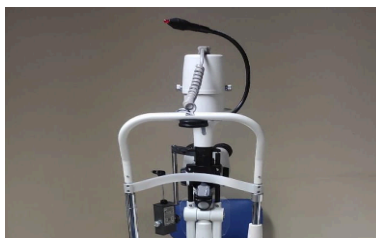


Fig. 9. Lampara de hendidura del hospital de Angamos

1.5.8.1 Mantenimiento y limpieza de la lampara de hendidura

TABLA V.

OTM DE LA LÁMPARA DE HENDIDURA

	PROTOCOLO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO	
	MEFICAP	Fecha<:
	GESTION ADMINISTRATIVA DE RECURSOS	

NOMBRE DEL EQUIPO	LAMPARA DE MENDIDURA	MARCA	TOPCON
----------------------	-------------------------	-------	--------

MODELO	SL 26	UBICACION	CONSULTORIO 1
--------	-------	-----------	---------------

ítem	Descripción del Procedimiento
1	Se realizo limpieza y desinfección del equipo
2	Se verifica que el equipo esta desconectado de la fuente de alimentación
3	Se verifica la movilidad de la base de la lampara de hendidura
4	Se verifica el estado de las parillas de ajuste
5	Se realiza limpieza de los lentes del equipo
6	Se realiza limpieza de los filtros
7	Realiza limpieza con un aplicador a la hendidura del equipo para evitar rayaduras
8	Verificar que la mertонера del equipo se pueda mover libremente y de forma vertical
9	Verificar que el equipo esté funcionando de forma correcta

Fuente: Elaboración propia

1.2.5.9 Autoclave

También llamado esterilizador. Un **autoclave** es un recipiente de presión metálico de paredes gruesas con un cierre hermético que permite trabajar a alta presión para una

cocción o una esterilización con vapor de agua a fin de esterilizar materiales e instrumentos quirúrgicos. Su construcción debe ser tal que resista la presión y temperatura desarrollada en su interior.

La presión elevada permite que el agua alcance temperaturas superiores a los 100 °C. La acción conjunta de la temperatura y el vapor produce la desnaturalización de las proteínas de los microorganismos, entre ellas las esenciales para la vida y la reproducción de estos, hecho que lleva a su destrucción.

En el ámbito industrial, equipos que funcionan por el mismo principio tienen otros usos, aunque varios se relacionan con la destrucción de los microorganismos con fines de conservación de alimentos, medicamentos, y otros productos.

La palabra **autoclave** no se limita a los equipos que funcionan con vapor de agua ya que los equipos utilizados para esterilizar con óxido de etileno se denominan de la misma forma.

1.2.5.8.2 Mantenimiento y reparación de la autoclave

TABLA VI.

MANTENIMIENTO DE UN ESTERILIZADOR DE LA MARCA ICANCLAVE

Frecuencia	Ciclos	Mantenimiento
Mensual	50	Limpie la junta de la puerta
		Limpie el filtro ubicado dentro de la cámara y dentro del tanque de agua
		Limpie la cámara, las bandejas y el soporte
		Limpie la superficie externa
		Reemplace el filtro bacteriológico
		Limpie el tanque de agua destilada
		Reemplace la junta de la puerta

Fuente: El autor



Fig. 10. Funcionamiento y reparación de la autoclave en el área de esterilización del hospital de Angamos

1.2.5.9 Ecógrafo

Un ecógrafo, también conocido como ultrasonido, es un dispositivo médico que utiliza ondas de sonido de alta frecuencia para crear imágenes en tiempo real de los tejidos internos del cuerpo. Estas imágenes, conocidas como ecografías o ultrasonidos, permiten a los médicos visualizar órganos, vasos sanguíneos, músculos y otros tejidos de manera no invasiva.

Con las ecografías el médico puede diagnosticar patologías y anomalías. Por lo que, se trata de un instrumento muy utilizado, especialmente en especialidades como fisioterapia, cardiología, urología o ginecología. Actualmente esta técnica comienza a ser utilizada en Atención Primaria.

Para realizar correctamente una ecografía es necesario haber recibido previamente formación específica.

1.2.5.9.1 Mantenimiento del ecógrafo

CUIDADOS DEL ECÓGRAFO

- Apague el equipo antes de desconectarlo
- Utilice un paño de microfibra; no de papel en la pantalla
- No rocíe el desinfectante directamente en las superficies
- Utilice una gasa o paño humedecido en agua y jabón
- No rocíe liquido e la parte eléctrica
- Para limpiar el panel de control use un copito
- Puede usar alcohol y después limpiar con agua y jabón
- No colocar alcohol en el lente del transductor
- Seque completamente el equipo
- Forrar el transductor siempre para procedimientos.

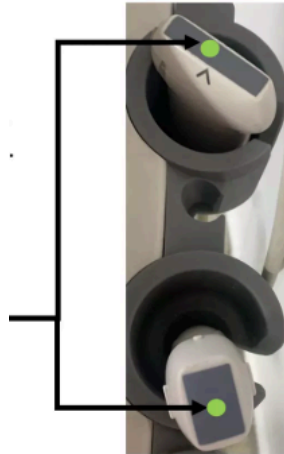


Fig. 11. Cuidados para el mantenimiento del ecógrafo

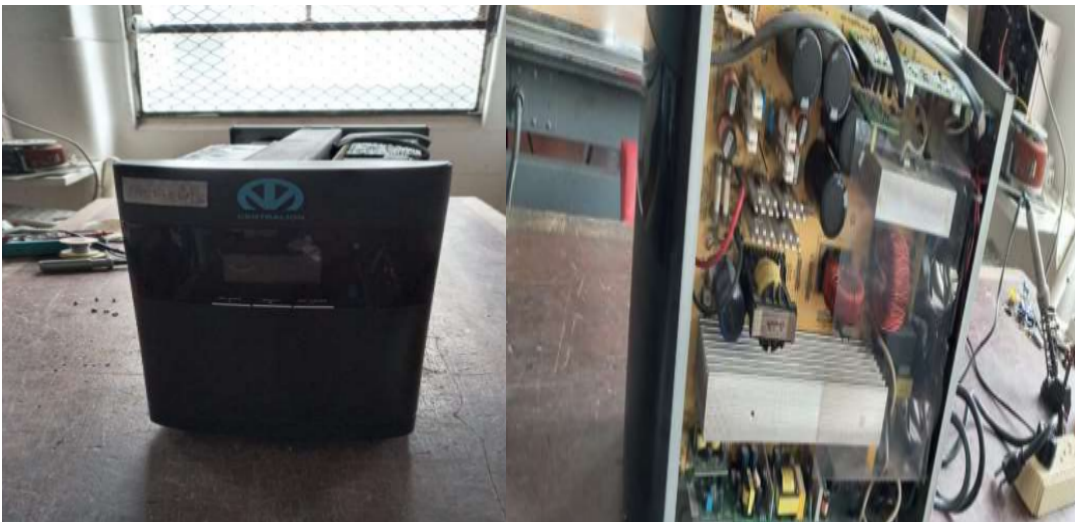


Fig. 12. Verificación y revisión del UPS del ecógrafo del área de ginecología

1.2.6 Herramientas de trabajo:

1.2.6.1 Orden de trabajo de mantenimiento (OTM)

La Orden de Trabajo de Mantenimiento (OTM) es una herramienta Técnico Administrativa utilizada para solicitar, programar, registrar y controlar las acciones del mantenimiento de los Establecimientos de Salud del MINSA. Es utilizada como fuente principal de información en la Gestión del Mantenimiento y como medio de comunicación entre el solicitante o usuario y la Oficina de Mantenimiento del Establecimiento de Salud.

La OTM permitirá al responsable del Mantenimiento, programar acciones de mantenimiento de tipo preventivo o correctivo a los equipos o instalaciones que lo requieran, consignando las características de la intervención, de repuestos, de materiales, de accesorios empleados y costos ejecutados, de tal forma de agilizar, sistematizar y optimizar la gestión de la Oficina de Mantenimiento de los Establecimientos de Salud del MINSA.

La Orden de Trabajo de Mantenimiento (OTM), será de aplicación en los Institutos, Hospitales Especializados, Hospitales Regionales, Locales, Centros y Puestos de Salud del MINSA; para todos los equipos electro médicos, equipos mecánico - eléctricas e instalaciones en general.

1.2.6.2 Orden de trabajo correctivo (OTC)

Una orden de trabajo correctiva es un documento que se emite cuando un equipo o sistema falla y se necesita repararlo. Su objetivo es restaurar el funcionamiento normal del equipo lo antes posible.

Las órdenes de trabajo correctivas se generan en respuesta a averías o mal funcionamiento de los equipos. Suelen surgir de forma inesperada y requieren atención inmediata.

Las órdenes de trabajo correctivas permiten:

- Diagnosticar y reparar averías
- Evaluar si un técnico encontró problemas durante una inspección
- Planificar las actividades de trabajo y los recursos necesarios
- Minimizar el tiempo de inactividad
- Reducir el impacto en los programas de producción
- Mejorar la productividad y satisfacción del cliente

Las órdenes de trabajo pueden ser generadas de forma manual o digital.

1.2.7 Principales indicadores de mantenimiento:

1.2.7.1 MTBF (Tiempo medio entre fallos):

El **MTBF o tiempo medio entre fallos** es uno de los indicadores más importantes para el sector de mantenimiento. Consiste en medir el tiempo total de buen funcionamiento medio entre cada fallo de un equipo reparable, convirtiéndose en una herramienta óptima para medir la confiabilidad de la máquina.

$$MTBF = \frac{SUMA DE HORAS DE TRABAJO EN BUEN ESTADO}{NUMERO DE AVERIAS PARA EL MANTENIMIENTO CORRECTIVO}$$

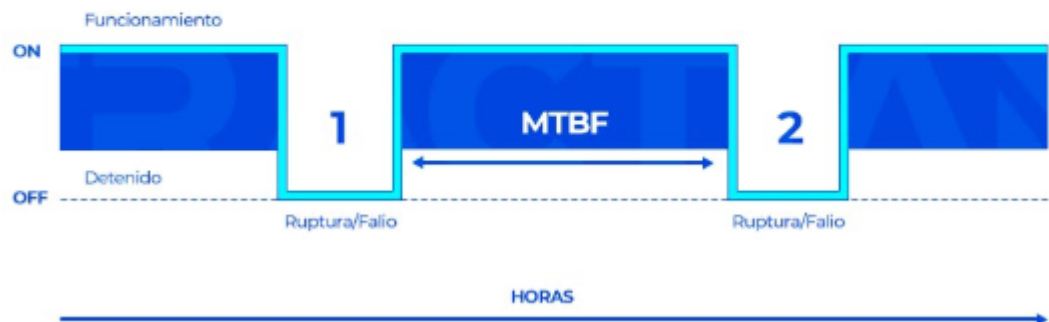


Fig. 13. Formula y grafica del MTBF

$$MTBF = \frac{140+190+215}{3} = 181,6 \text{ HORAS}$$



Fig. 14. Aplicación del MTBF

1.2.7.2 MTTR (Tiempo medio para reparación):

Este indicador está muy asociado a la **mantenibilidad**, es decir, a la facilidad de un equipo de mantenimiento encontrar y reubicar un equipo en condiciones de ejecutar sus funciones después de un fallo. En otras palabras, el MTTR indica cuál es el tiempo medio para reparación. Al contrario del MTBF, el MTTR es un indicador menor, es decir, debemos trabajar para mantenerlo a un nivel bajo.

$$MTTR = \frac{\text{SUMA DE LOS TIEMPOS DE REPARACION}}{\text{NUMERO DE INTERVENCIONES REALIZADAS}}$$

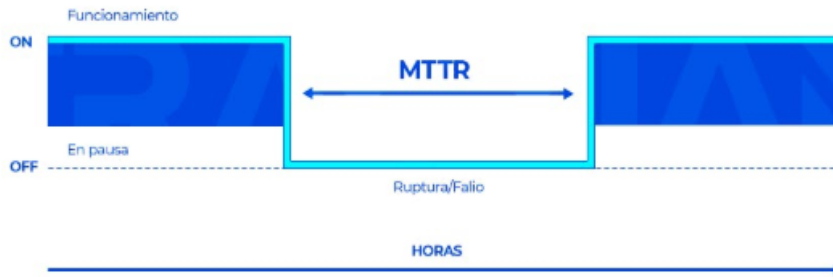


Fig. 15. Formula y grafica del MTTR

$$MTBF = \frac{9+15+12}{3} = 12 \text{ HORAS}$$

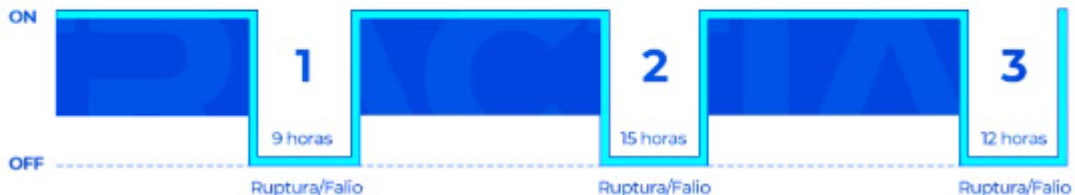


Fig. 16. Aplicación del MTTR

1.2.7.3 Disponibilidad de los equipos médicos:

Es la capacidad de un elemento de estar en condiciones de ejecutar una cierta función en un instante dado, o durante un intervalo de tiempo determinado.

$$DISPONIBILIDAD = \frac{MTBF}{MTBF+MTTR} \times 100$$

$$D = \frac{181,6}{181,6+12} \times 100$$

$$D = 93,8\%$$

Fig. 17. Formula y aplicación de la disponibilidad

1.2.7.4 Confiabilidad:

Es la probabilidad de que un elemento desempeñe su función especificada en el proyecto, de acuerdo con las condiciones de operación, en un intervalo específico de tiempo.

$$CONFIABILIDAD = R(T) = e^{-\lambda t}$$

λ = Tasa de fracaso

t = tiempo

e = Numero de Euler

Debe seguir la unidad

2.71

MTBF (horas, días...)

Fig. 18. Fórmula de la confiabilidad

$$\lambda (t) = \frac{1}{MTBF}$$

$$R (T) = e^{-\lambda.t}$$

$$\lambda (t) = \frac{1}{181,6}$$

$$R (168) = e^{-0,0055 \cdot 68}$$

$$\lambda (t) = 0.0055$$

$$R (168) = 0,3969$$

CONFIABILIDAD= 39,69%

Fig. 19. Aplicación de la confiabilidad

1.2.7.5 Backlog (Tiempo de mano de obra):

El backlog es el tiempo de mano de obra necesarios para realizar todos los trabajos actuales dentro de un programa de mantenimiento. Es decir, toda la suma de las actividades pendientes de finalización. Este indicador muestra la relación entre la demanda de trabajos y la capacidad de poder atenderlos.

Podemos definir el backlog como un registro de los trabajos ligados a las actividades de mantenimiento. En otras palabras, es la suma de toda la carga horaria de los servicios de mantenimiento que estén planeados, programados, ejecutados y pendientes.

Por ser un indicador de tiempo su cálculo expresarse una unidad de medida de tiempo: minutos, horas, días, semanas, meses, etc.

$$BACKLOG = \frac{\sum HH \text{ REGISTRO DE LOS TRABAJOS}}{TOTAL \text{ HH } \times \text{ FACTOR DE PRODUCTIVIDAD (\%)}}$$

$\sum HH \text{ ROS PLANIFICADO}$

$\sum HH \text{ OS PENDIENTE}$

$\sum HH \text{ REGISTRO DE LOS TRABAJOS}$ $\sum HH \text{ OS PROGRAMADO}$

Fig. 17. Formula del backlog

El gráfico de backlog también es de gran importancia en la toma de decisiones a nivel ejecutivo. Básicamente hay 6 tipos de curvas. Considere el eje vertical como los valores de backlog y el eje horizontal como los meses del año.

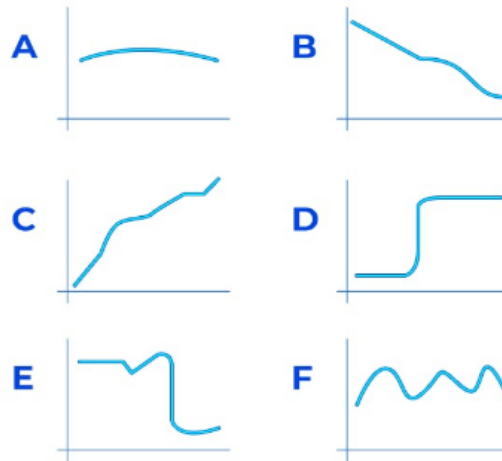


Fig. 18. Graficas de curvas de backlog

- **Curva A:** Estable. Es necesario analizar si está en un valor aceptable para tomar una decisión.
- **Curva B:** Disminución de la demanda de trabajo. Puede generar que el personal tenga tiempo libre debido a la disminución de trabajo.
- **Curva C:** Backlog con tendencia de alta constante. Puede acarrear problemas debido a la baja calidad de mantenimiento.
- **Curva D:** Subida brusca. Puede ocurrir cuando hay mantenimiento correctivo en un tiempo de ejecución muy alto.
- **Curva E:** Caída brusca. En este caso puede haber ocurrido contratación de servicios externos, movilización interna para reducción, entre otros.

- **Curva F:** Oscilación. Puede ser justificable en industrias que tengan una fuerte característica de estacionalidad, por ejemplo, ligadas a la agricultura.

1.2.8 CMF (Costo de Mantenimiento de Facturación):

Los indicadores asociados a costos **son excelentes porque evidencian el efecto del mantenimiento en el desempeño de la empresa**. lo que los convierte en un arma definitiva a nivel directivo. Con ellos es posible identificar si el sector de mantenimiento está haciendo una buena gestión financiera de los recursos.

El costo de mantenimiento engloba todos los gastos con:

- Personal
- Materiales:
- Contratación de servicios externos
- Depreciación
- Pérdida de facturación

Uno de los grandes motivos de que este indicador se destaque es porque el costo de mantenimiento puede impactar directamente en el precio del producto. Entonces, si la empresa gasta mucho dinero en mantenimiento, **el precio del producto será más alto** y así la empresa pierde competitividad frente a sus competidores.

El indicador que mejor trabaja con ese escenario es el CMF porque él hace una comparación directa entre la facturación y el costo de mantenimiento.

$$CMF = \frac{COSTE\ TOTAL\ DE\ MANTENIMIENTO}{FACTURACION\ EN\ BRUTO} \times 100$$

$$CMF = \frac{200.000}{5.000.000} \times 100$$

$$CMF = 4,00\%$$

Fig. 19. Formula y aplicación del CMF

1.2.9 CPMV (Costo de mantenimiento sobre valor de reposición):

Otro indicador financiero importante es el **CPMV**. Este indicador analiza el costo de mantenimiento empleado en cada equipo e identificar si sería más ventajoso continuar manteniendo el activo o comprar uno nuevo. Lo recomendable es utilizar ese indicador para equipos de alta criticidad.

Su cálculo es sencillo, pero antes veamos lo que significan las siglas **ERV (Estimated Replace Value)**. El Valor Estimado de Reemplazo, como el propio nombre ya lo indica, es la cantidad de capital de que vamos a tener que disponer para comprar un nuevo equipo.

$$CPMV = \frac{COSTE\ TOTAL\ DE\ MANTENIMIENTO}{PRECIO\ DE\ COMPRA\ DE\ LOS\ NUEVOS\ EQUIPOS} \times 100$$

$$CPMV = \frac{750}{36.000} \times 100$$

$$CPMV = 2.08\%$$

Fig. 20. Formula y aplicación del CPMV

1.2.10 Distribución por tipos de mantenimiento:

Este indicador revela cuál es el porcentaje de la aplicación de cada tipo de mantenimiento que se está desarrollando. Evidentemente el tipo de instalación o equipo puede determinar variaciones de esos valores. De modo general, el gestor de mantenimiento debe mantener las intervenciones de mantenimiento correctivo no planeado en hasta un 20%, siendo siempre bueno restringir las al máximo.

1.3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El hospital de Angamos, como servicio de salud, tiene como objetivos fundamentales satisfacer las diferentes necesidades de atención médica a los pacientes, a través de la diversidad de equipos e instalaciones utilizadas en sus diferentes áreas.

Sin embargo, a través de una investigación de campo, se observó la falta de equipos de instrumentación para la calibración de ciertos equipos biomédicos, la cual hace difícil para mejorar la calidad en la prestación del servicio de calibración de equipos biomédicos.

También, se observó la demora en la reparación de equipos biomédicos en diversas áreas de la salud por falta de repuestos o de no encontrarse en el mercado ciertas piezas que se necesita.

1.3.1 Formulación del problema:

a) Problema general:

¿De qué manera se puede establecer la sistematización del plan de mantenimiento y eficiencia de los equipos biomédicos en el Hospital de Angamos - Lima?

b) Problemas específicos:

PE1.- ¿Cuáles son las diferencias de la gestión Operativa del programa de mantenimiento de los equipos biomédicos del servicio del Hospital Alberto Angamos- Lima?

PE2.- ¿Cuáles son las diferencias de la mejora del desempeño del programa de mantenimiento de los equipos biomédicos de los servicios del Hospital Angamos- Lima?

1.4 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN:

1.4.1 Justificación:

1.4.1.1 Justificación teórica:

La presente investigación se justifica por la importancia de la variable: gestión de mantenimiento de equipos biomédicos y la necesidad de realizarse una adecuada implementación y mejora de dicho mantenimiento para un mejor funcionamiento de los equipos biomédicos. Se busca contribuir al ajuste y adecuación particular, en relación a las prácticas y experiencias que en el Hospital Angamos se viene desarrollando de manera diaria.

1.4.1.2 Justificación Práctica:

La presente investigación se realiza a modo de verificar si los planteamientos internacionales de programación de mantenimientos de equipos biomédicos favorecen y facilitan la adecuada gestión de estos equipos; aún más si estos planeamientos se toman en cuenta en el país, en específico para la presente investigación en el Hospital de Angamos, generando con ello el establecimiento de procedimientos, sistemas de seguimiento y monitoreo de estos procedimientos y su implementación o mejora.

1.4.1.3 Justificación Metodológica:

Es posible que en el desarrollo de la investigación se identifique que la metodología seguida a nivel internacional y recomendada por la OMS contribuya de forma significativa a las prácticas continuas que el Hospital de Angamos efectúa en relación al mantenimiento de los equipos biomédicos.

1.4.2 Importancia:

Con el desarrollo de este proyecto de tesis se pretende dar importancia al desarrollo, actualización y mejora del plan de mantenimiento de los equipos biomédicos en el área de mantenimiento del hospital de Angamos, para así tener un mejor funcionamiento, aumento de rendimiento de los equipos y un mejor producto final.

1.5 OBJETIVOS:

1.5.1 Objetivo general:

Establecer la Sistematización del plan de mantenimiento y eficiencia de los equipos biomédicos en el Hospital de Angamos – Lima.

1.5.2 Objetivos específicos:

OE1: Determinar las diferencias de la gestión operativa de un programa de mantenimiento de los equipos biomédicos en el Hospital de Angamos.

OE2: Determinar las diferencias de la mejora del desempeño de un programa de mantenimiento de los equipos biomédicos en el Hospital de Angamos.

1.6 HIPÓTESIS Y VARIABLES DE LA INVESTIGACIÓN:

1.6.1 Hipótesis

1.6.1.1 Hipótesis general:

Se establece la sistematización del plan de mantenimiento y eficiencia de los equipos biomédicos en el Hospital de Angamos – Lima.

1.6.1.2 Hipótesis específicas:

HE1: Existen diferencias significativas en la gestión operativa de un programa de mantenimiento de los equipos biomédicos en el Hospital Angamos-Lima.

HE2: Existen diferencias significativas de la mejora del desempeño de un programa de mantenimiento de los equipos biomédicos en el Hospital Angamos- Lima.

1.6.2 Variables:

1.6.2.1 Identificación de las variables

1.6.2.1.1 Variable independiente:

Sistematización del plan de mantenimiento.

1.6.2.1.2 Variable dependiente:

Eficiencia de los equipos biomédicos.

1.6.3 Operacionalización de las variables:

TABLA VII.

TABLA DE LAS VARIABLES INDEPENDIENTE Y DEPENDIENTE

VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTO
Sistematización del plan de mantenimiento	Analizar Planificar Costos	Ficha Técnica de Mantenimiento Historial de Fallas Programa de mantenimiento preventivo	Ficha de observación

Mejora de los equipos biomédicos	Gestión operativa	<p>Establecer procedimientos y cronogramas de inspección y mantenimiento preventivo</p> <p>Elaborar políticas para establecer el orden de prioridad de los trabajos de mantenimiento correctivo</p> <p>Controlar el trabajo delegado por contratos de servicio</p> <p>Trabajar en estrecha colaboración con el personal clínico.</p>	Ficha de observación
	Mejora del desempeño	Identificar oportunidades para mejorarlas	

II. ESTRATEGIA METODOLOGICA

2.1 TIPO, NIVEL Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

2.1.1 Tipo de investigación:

Nuestra investigación se define con un enfoque cuali-cuantitativa. En cuanto a cuantitativa porque se fundamenta en la estructura de los aspectos observados y susceptibles de cuantificación con respecto al sistemas de gestión mantenimiento en la institución en estudio y cualitativa porque debemos tomar como punto guía el rendimiento óptimo de los equipos, sus características específicas y funcionamiento, así como las características y factores de un buen mantenimiento de los equipos biomédicos.

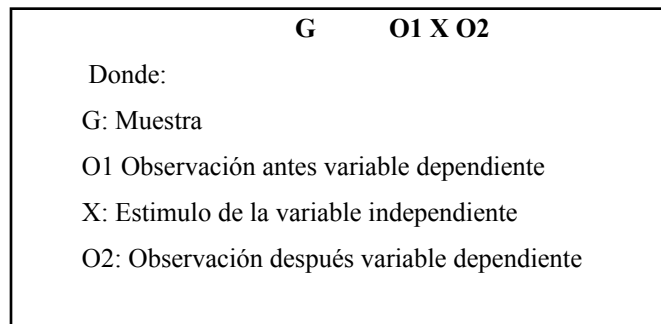
2.1.2 Nivel de investigación:

Es de carácter descriptivo con método deductivo dado que por medio de la observación se analizará la importancia del funcionamiento de los equipos y las condiciones en las

que estos operan, además de describir todas y cada una de las actividades, tareas y procesos que conllevan al inicio, desarrollo y finalización de este trabajo de investigación. (Ñaupas, Valdivia, Palacios, & Romero, 2018).

2.1.3 Diseño de investigación:

Su diseño será de tipo preexperimental de pretest/postest con un solo grupo de control, es decir se toma los datos antes de manipular la variable independiente luego se realiza otra prueba a la disponibilidad de los equipos médicos después de diseñar el plan de mantenimiento preventivo.



2.2 POBLACIÓN Y MUESTRA

2.2.1. Población:

La población está conformada por todos los equipos médicos de las diferentes áreas del hospital Angamos tantos equipos de rayos-X, laboratorio, hospitalización, farmacia, esterilización, emergencia, centro quirúrgico entre otras áreas que requieren de equipos para el desarrollo de sus procedimientos.

2.2.2 Muestra:

La muestra para el desarrollo de la presente investigación está conformada por tipos de equipos médicos del área de hospitalización, del hospital antes mencionado.

La muestra fue elegida por el método no probabilístico por conveniencia del investigador debido a es el área que tiene mayor demanda para usar estos equipos, además se cuenta con acceso a los equipos de dicha área.

Algunos equipos médicos del área de hospitalización

- Tensiómetro: servicio de emergencia
- Aspirador: área de neumología
- Máquinas de caminadora: área de rehabilitación
- Equipos de unidad dental (Odontología), etc.

La recolección de datos tomados de esta es no probabilística con carácter opinático o intencional porque no hay una muestra significativa de personas para la realización de esta.

2.3 TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

a) Observación del proceso de mantenimiento. La observación y participación directa en el proceso de mantenimiento sirvió para mostrar de qué manera estaba funcionando la institución y como este mismo proceso podía ser optimizado con el mantenimiento preventivo.

b) Realización de entrevistas y encuestas La entrevista aplicada al jefe del departamento de mantenimiento sirvió para determinar el nivel de eficiencia al momento de realizar el mantenimiento a los equipos biomédicos. Como También nos permitió conocer los diferentes equipos que se usan en el área de UCIN e identificar cual era la mayor problemática que se presentaba en el departamento de mantenimiento.

La encuesta fue realizada para la evaluación de la calidad en el servicio y percepción de que tan importante es el mantenimiento para el hospital y de igual manera conocer las opiniones y actitudes sobre replantear la manera en que se lleva a cabo la gestión del mantenimiento, de forma tal que nos permitió conocer la disposición del personal para pasar de trabajar de manera manual las actividades de mantenimiento a realizarlas en una forma más automatizada como lo es a través de un software.

2.4 INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

En tal sentido el instrumento empleado es la ficha de observación la cual es diseñada por el investigador en función a los indicadores de las variables en estudio, en este formato se recabará los datos del pre y postest de los indicadores de la variable dependiente.

2.5 TÉCNICAS DE ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE DATOS:

Después de que fueron realizados los procedimientos mencionados anteriormente se procedió al análisis y tratamiento de la información recolectada, a través de la digitalización de la información recolectada en las entrevistas y encuestas fueron implementados diagrama

Ishikawa, Gantt y formatos aplicativos.

Para la elaboración del documento se utilizó, en la plataforma operativa de Windows, Microsoft Office Word 2025, para el procesamiento de datos referentes a encuesta e inventario de equipos biomédicos se son llenados de manera manual para el registro de las operaciones de mantenimiento.

Para poder recopilar información que nos ayudara a desarrollar este sistema aplicativo se realizaron una serie de procedimientos que van desde el levantamiento de un inventario técnico donde se registraron todos los equipos biomédicos existentes en el área de UCIN, el cual nos condujo a conocer toda la información técnica de los equipos, datos que fueron oportunos para el desarrollo del software.

Posteriormente se estructuraron las actividades de mantenimiento preventivo y correctivo tomando como bases principales la entrevista, encuestas e información sobre cómo está organizado el departamento de mantenimiento y de esta manera conocer como es la jerarquía y ambiente de trabajo también se realizó un análisis con el diagrama de causa y efecto para identificar el contexto actual sobre la ejecución de las actividades de mantenimiento.

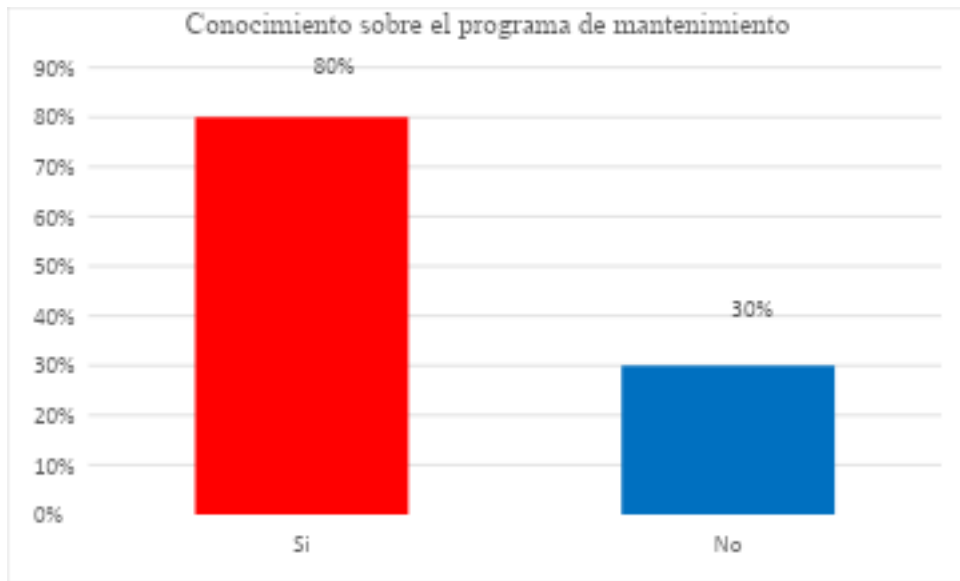
Por último, se procedió con el diseño de propuesta del software de gestión de mantenimiento que permita mejorar la disponibilidad y el control de registro de los equipos biomédicos a través de la planificación anticipada de las actividades de mantenimiento mediante el sistema aplicativo, además de tener a la mano información oportuna de cada uno de ellos. Con lo cual a partir de esto se tienen los resultados.

III. RESULTADOS:

3.1 ESTRUCTURA DEL PROCEDIMIENTO DE LAS ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO EN EL ÁREA DE UCIN.

Las siguientes gráficas muestran la información recopilada de las encuestas realizadas al personal de mantenimiento los cuales fueron propicios para cumplir con nuestros objetivos planteados en la investigación y de este modo conocer el contraste de la importancia del mantenimiento, asimismo identificar cuáles son las actividades y procesos involucrados en el mismo y especialmente conocer en amplitud la relevancia del uso un sistema aplicativo para la automatización de las tareas de mantenimiento.

Ítem 1.- Conocimiento acerca de la existencia del programa de mantenimiento

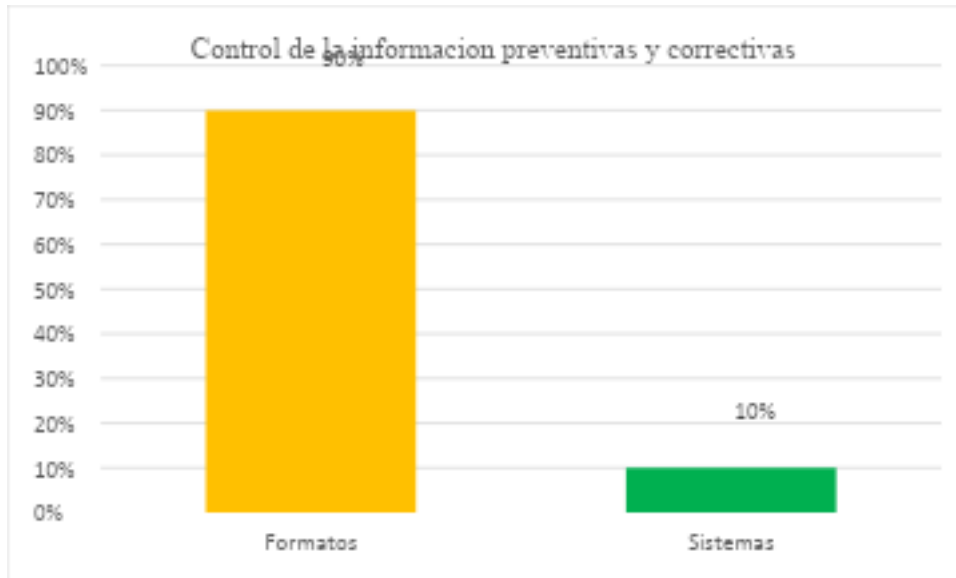


Interpretación:

El gráfico muestra que un 80% del personal de mantenimiento tiene conocimiento de la existencia de un programa de mantenimiento y el 20% restante opina que carece de información.

Control de información de las inspecciones preventivas y correctivas

Indicadores	%
Formatos	90%
Sistemas	10%
Total	100%

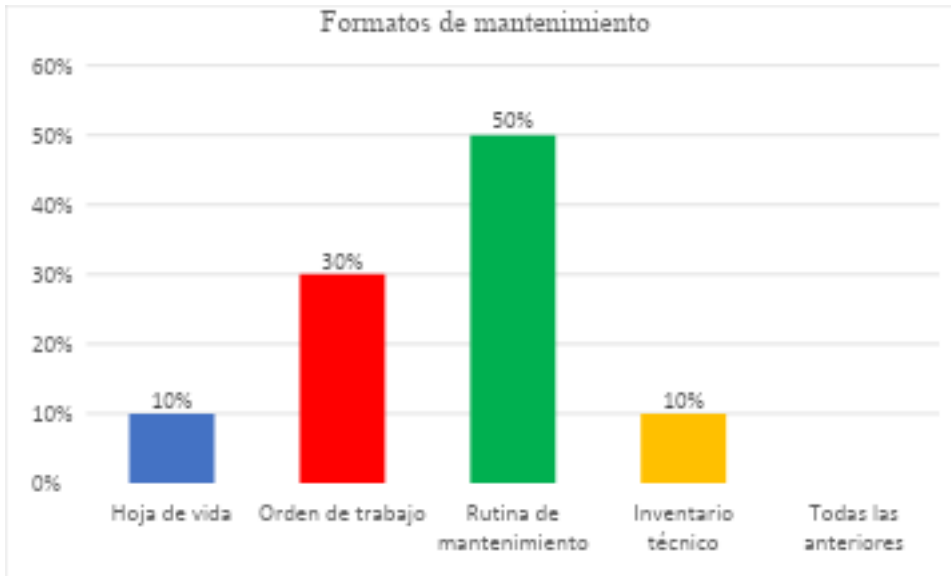


Interpretación:

Un 90% de los encuestados como visualiza en el gráfico concuerda que el control de la información con respecto a las inspecciones preventivas y correctivas se a través de formatos aplicativos impresos lo que resulta un dato muy oportuno para el desarrollo y cumplimiento de nuestros objetivos de investigación.

Formatos aplicativos para el registro de las actividades de mantenimiento

Indicadores	%
Hoja de vida	10%
Orden de trabajo	30%
Rutina de mantenimiento	50%
Inventario técnico	10%
Todas las anteriores	0%

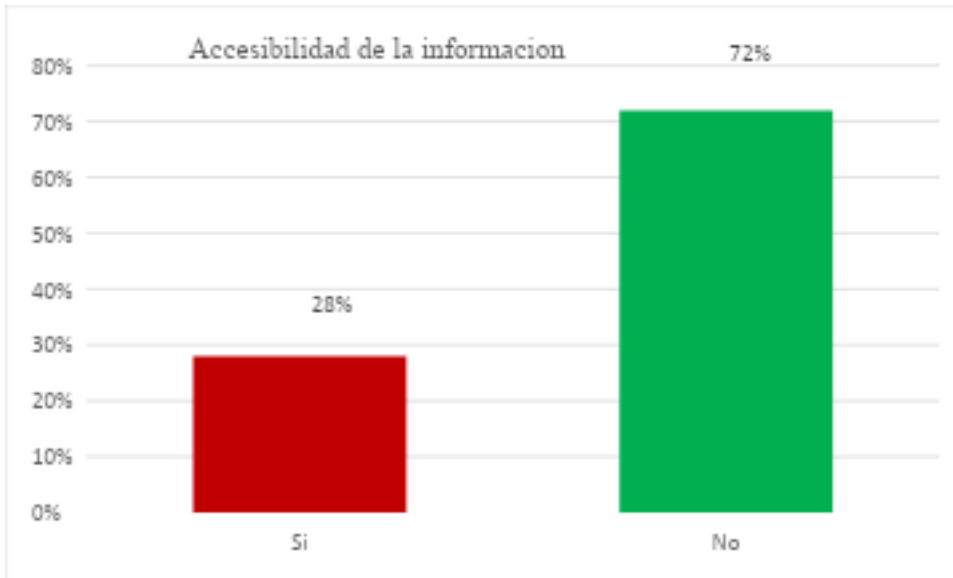


Interpretación:

Un 50% de los encuestados confirman que el formato aplicativo más usado para ejecutar las actividades de mantenimiento es el formato de rutina de mantenimiento, por otra parte un 30% concuerda que es el formato de orden de trabajo que más se emplea aunque un 10% opina que el formato a usar para el registro de las tareas es la hoja de vida, no obstante un 10% difiere que es el formato de inventario técnico que se usa.

Accesibilidad de la información

Indicadores	%
Si	28%
No	72%
Total	100%

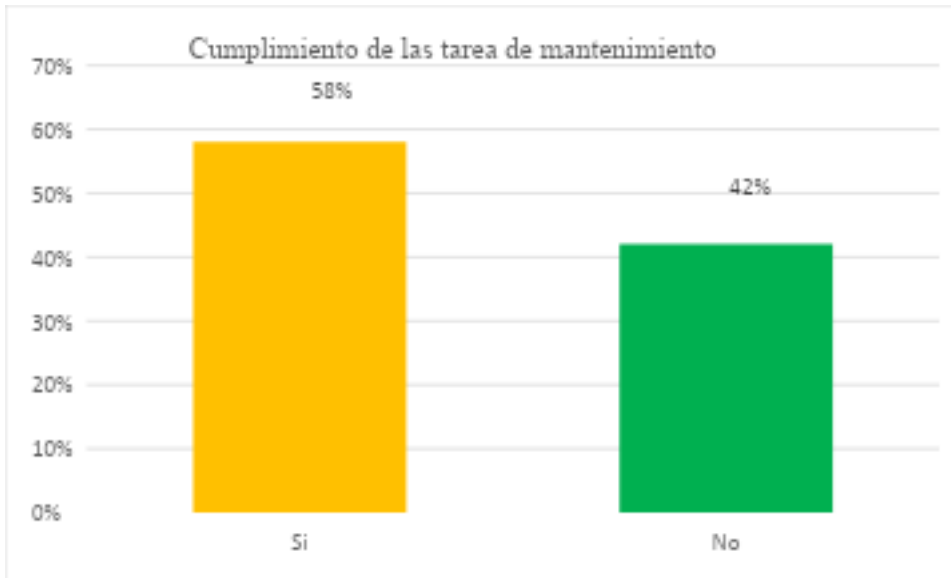


Interpretación:

La presente gráfica muestra que un 72% de los encuestado concuerda que el conjunto de documentación de las actividades de mantenimiento no está accesible, aunque un 28% afirma que si tiene fácil acceso a la información

Cumplimiento de las tareas de mantenimiento

Indicadores	%
Si	58%
No	42%
Total	100%

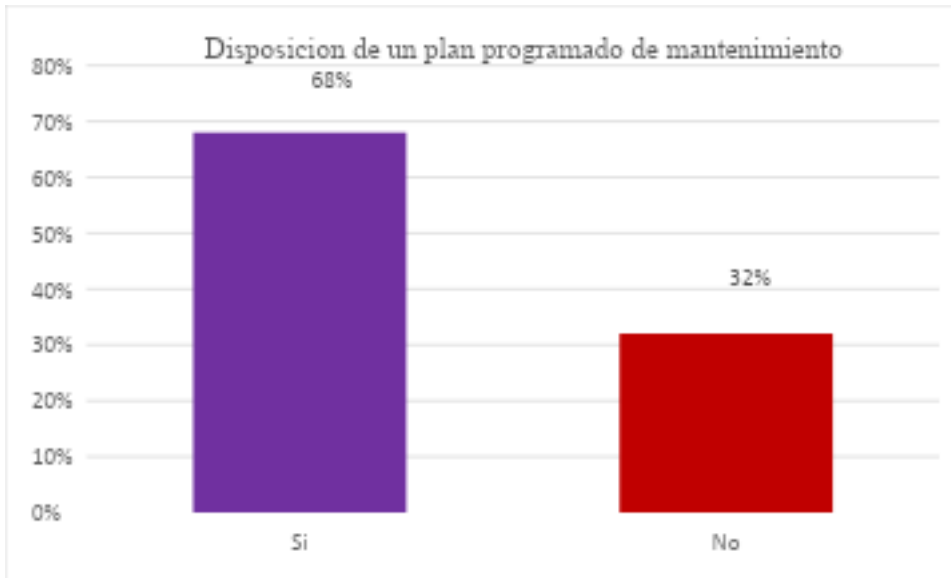


Interpretación:

El personal de mantenimiento concuerda que 58% se cumple con la ejecución de las tareas de mantenimiento y el 42% no.

Disposición de un plan programado de mantenimiento

Indicadores	%
Si	68%
No	32%
Total	100%

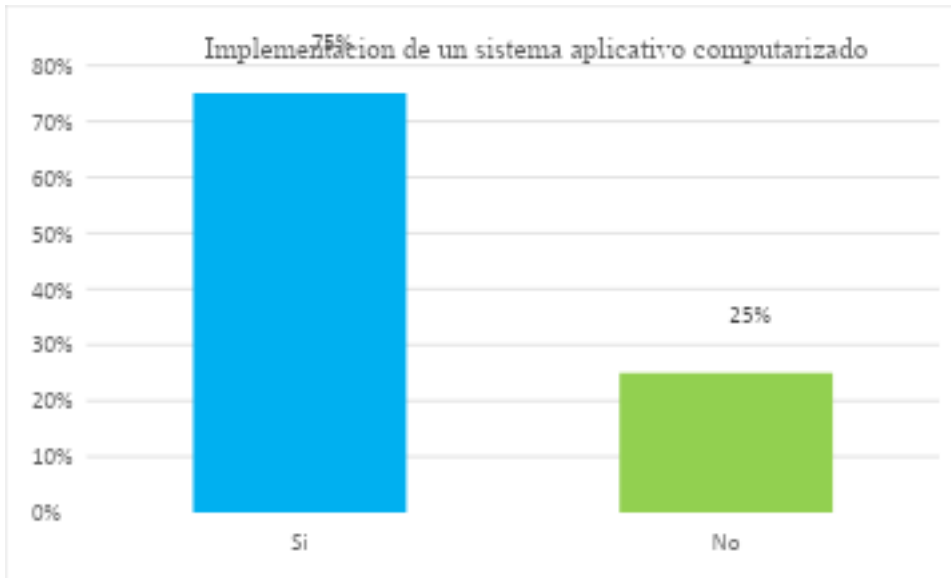


Interpretación:

La disposición de un plan programado para la ejecución de las actividades es muy importante y según el 70% los encuestados confirman que disponen de uno, sin embargo, un 30% opina todo lo contrario.

¿Cree Ud. que la implementación de un sistema aplicativo computarizado facilitaría la disponibilidad de la información de los equipos biomédicos?

Indicadores	%
Si	75%
No	25%
Total	100%



Interpretación:

El uso de nuevas tecnologías para la sistematización de trabajos hoy en día es considerado como una opción muy ambiciosa y según un 75% del personal de mantenimiento comparte el mismo pensamiento ya que consideran oportuno la implementación de un software para el tratamiento de información lo que facilitaría la disponibilidad inmediata en la consulta de información de los equipos biomédicos, aunque un restante del 25% considera no oportuno hacer uso de un sistema aplicativo.

Diagrama de causa-efecto

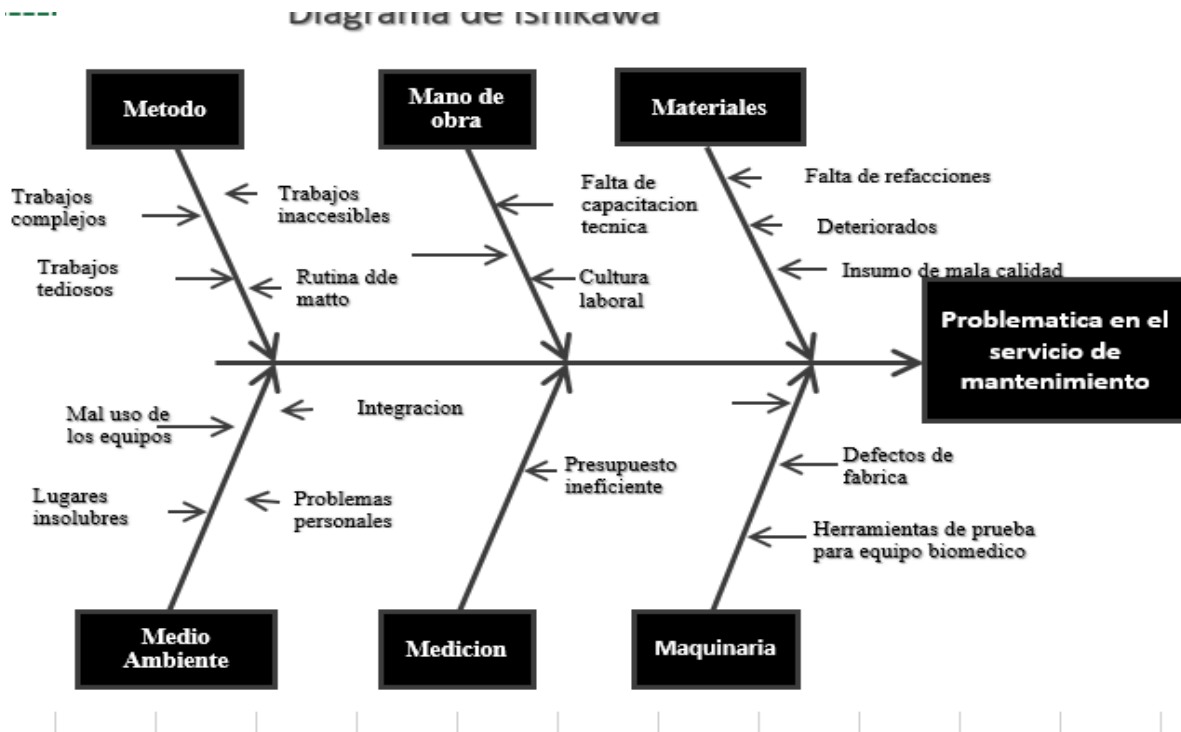


Fig. 21 Diagrama de problemas de mantenimiento

En el diagrama anterior se ve reflejado las principales causas que afectan el departamento de mantenimiento e ingeniería del hospital el cual se ve involucrado el método en cuanto a la manera de realizar los trabajos, la mano de obra que directamente está relacionada con la falta de capacitación y cultura laboral del personal, los materiales referentes a la falta de refacciones, equipos y herramientas deterioradas e insumos de mala calidad. Otra causa es el medio ambiente laboral donde se ejecutan los trabajos correspondientes al mantenimiento de los equipos biomédicos de igual manera otras causas son la medición y lo referente a la maquinaria que en ocasiones vienen con defectos de fábrica. Todas estas causas traen como efecto un mal servicio en las actividades de mantenimiento de los equipos biomédicos.

TABLA VIII
LISTADO DE PROBLEMAS

Código	Problemas	
P1	Hacinamiento de materiales	1
P2	Espacios reducidos de trabajo	2
P3	Exceso de polvo y residuos	1
P4	Falta de indicadores para medición de la disponibilidad	17
P5	Falta de fichas y formatos para registro de datos	16
P6	Carencia de historial de fallas y mantenimiento	5
P7	Falta de estandarización de los procedimientos	16
P8	Deficiente planificación y programación de actividades	6
P9	Ausencia de una metodología para el mantenimiento	18
P10	Limitada experiencia técnica	4
P11	Demora en resolución de averías	2
P12	Agotamiento por sobrecarga de labores	2
P13	Retraso en envío de suministros desde fábrica	1
P14	Control limitado en inventario de fungibles	1
P15	Falta de herramientas especializadas	2
P16	Operación incorrecta del equipo	1
P17	Códigos de error en el sistema operativo	1
P18	Mal funcionamiento de insumos instalados Mal	2

Fuente: El autor

Problemas	Frecuencia	% acumulado
Ausencia de una metodología para el mantenimiento	18	18.6%
Falta de indicadores para medición de la disponibilidad	17	36.5%
Falta de fichas y formatos para registro de datos	16	53.5%
Falta de estandarización de los procedimientos	16	69.8%
Deficiente planificación y programación de actividades	6	76.2%
Carencia de historial de fallas y mantenimiento	5	81.7%
Limitada experiencia técnica	4	85.3%
Espacios reducidos de trabajo	3	88.5%
Agotamiento por sobrecarga de labores	2	90.3%
Demora en resolución de averías	2	92.1%
Operación incorrecta del equipo	1	93.5%
Mal funcionamiento de insumos instalados	2	94.8%
Falta de herramientas especializadas	2	96.0%
Control limitado en inventario de fungibles	1	97.1%
Hacinamiento de materiales	1	97.9%
Exceso de polvo y residuos	1	98.8%
Retraso en envío de suministros desde fábrica	1	99.4%
Códigos de error en el sistema operativo	1	100.0%

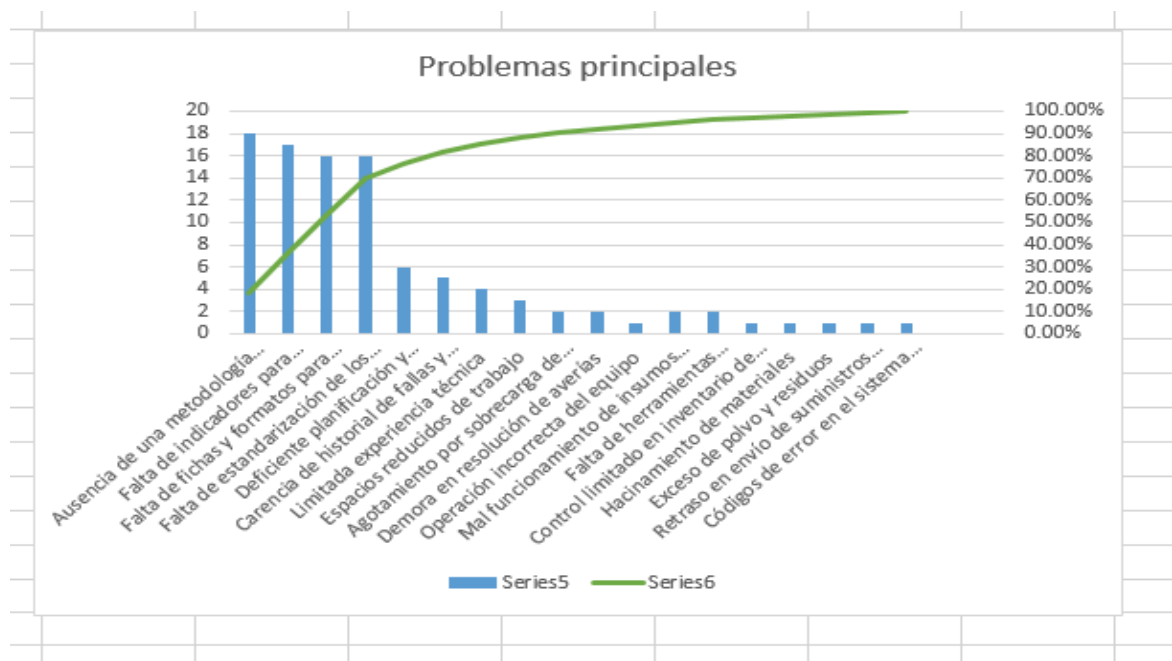


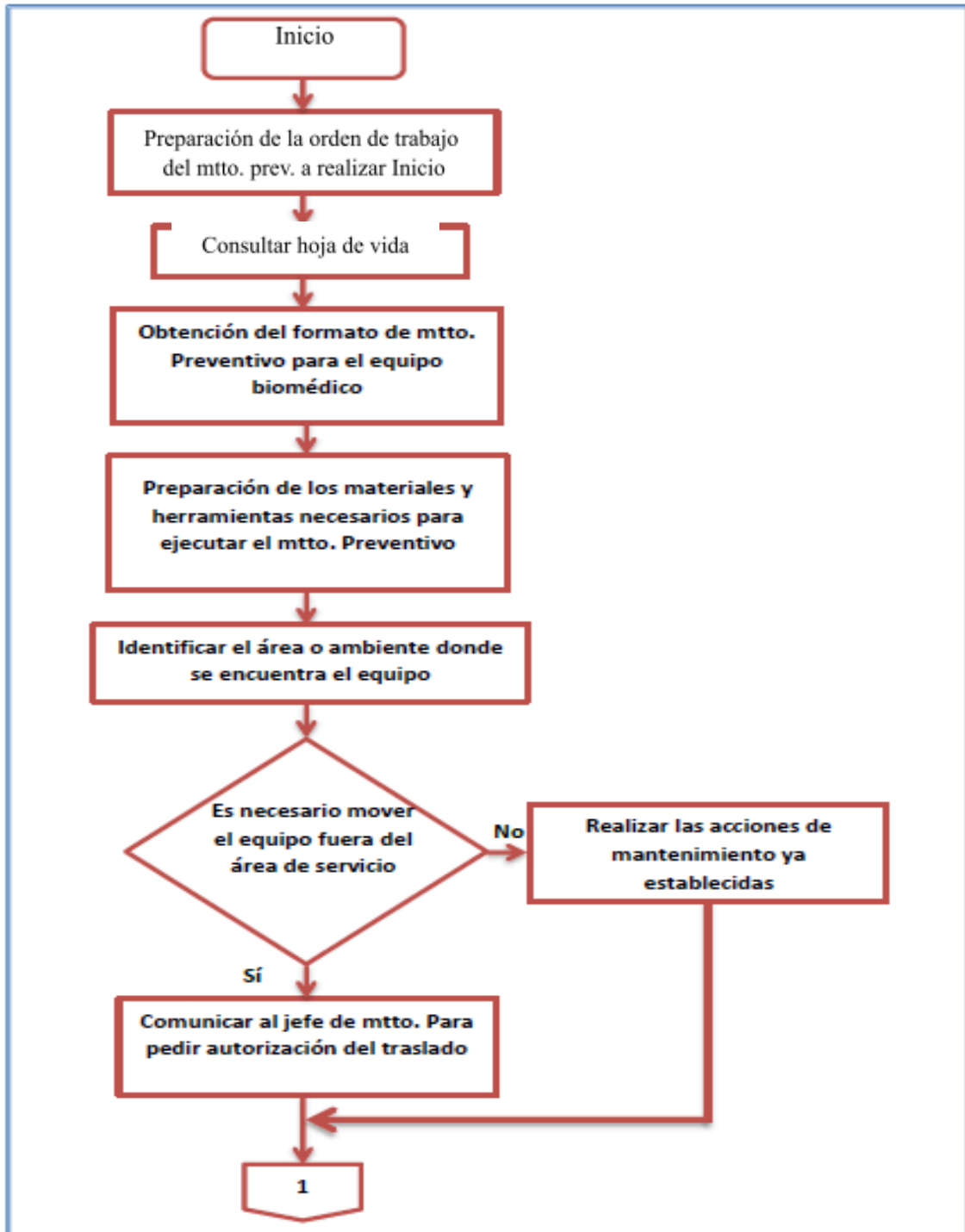
Fig. 22 Problemas principales: Diagrama de Pareto

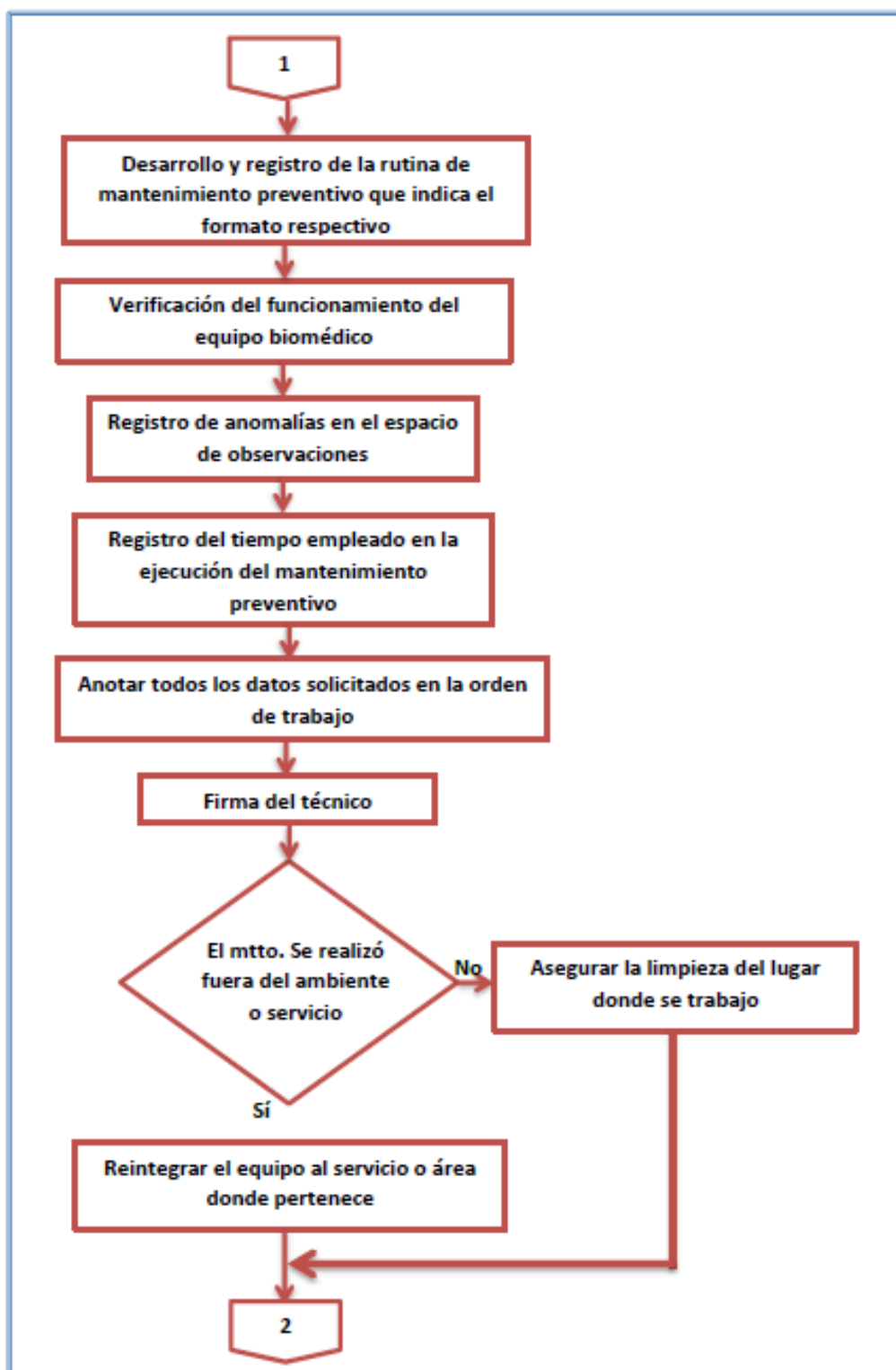
Mantenimiento preventivo

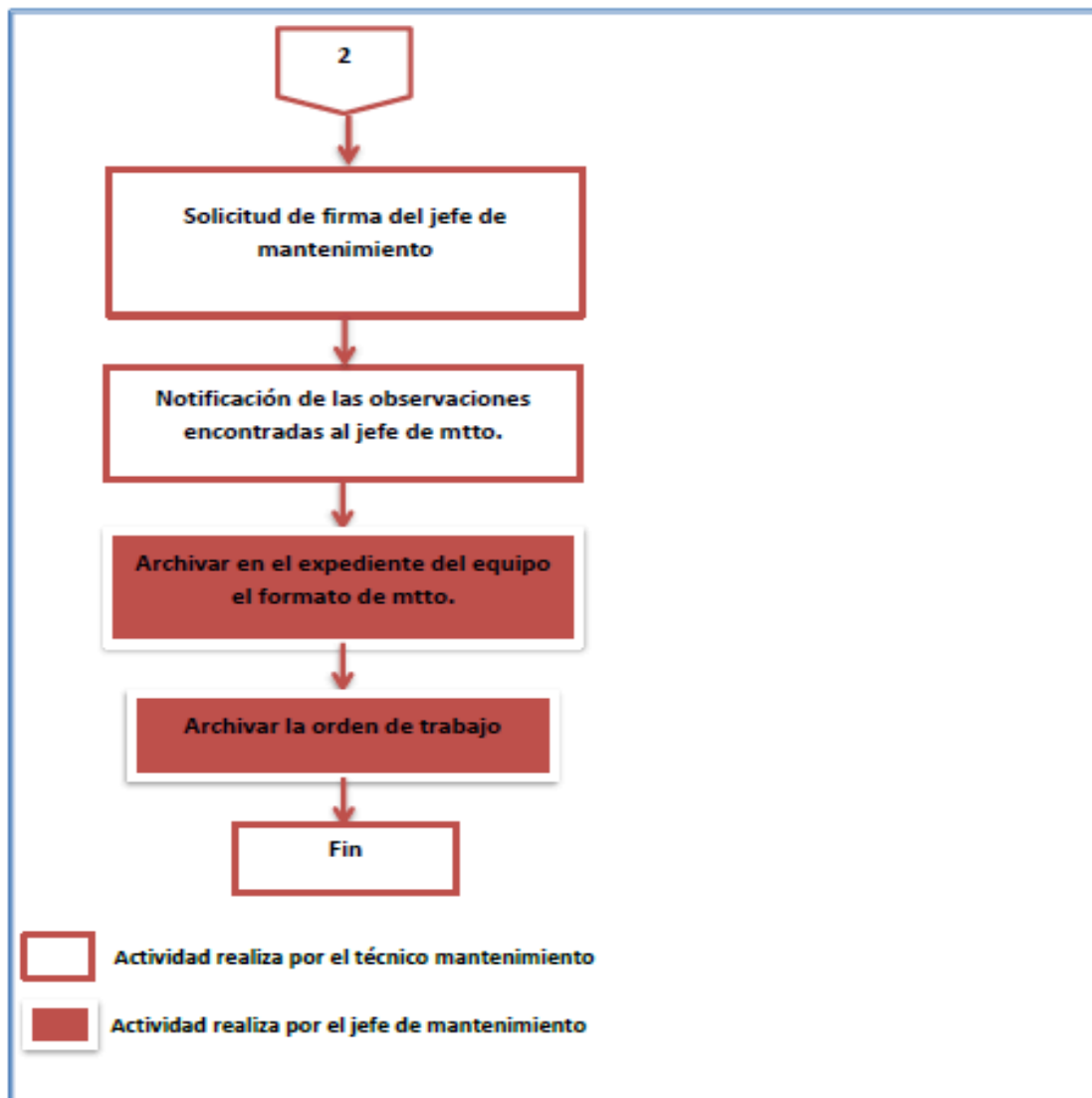
Con el objetivo de obtener eficiencia y la óptima operación de los equipos el departamento de mantenimiento cuenta con un sistema estructurado de formatos aplicativos para ser empleados a la hora de realizar las respectivas tareas de conservación. Este sistema tiene por objeto prevenir fallas e interrupciones en la operación de los equipos biomédicos evitando el paro imprevisto de los mismos. Cabe mencionar que mediante el trabajo de campo se determinó que las principales acciones de mantenimiento se centran en cuatro tareas básicas las cuales son: Limpieza, inspección, lubricación y ajuste.

Para llevar a cabo la acción de mantenimiento preventivo se cuenta con el diseño de un formato aplicativo de rutina de mantenimiento, el cual contiene las principales acciones a realizar.

A continuación, se presenta el desarrollo del procedimiento de mantenimiento preventivo mediante la rutina de mantenimiento.

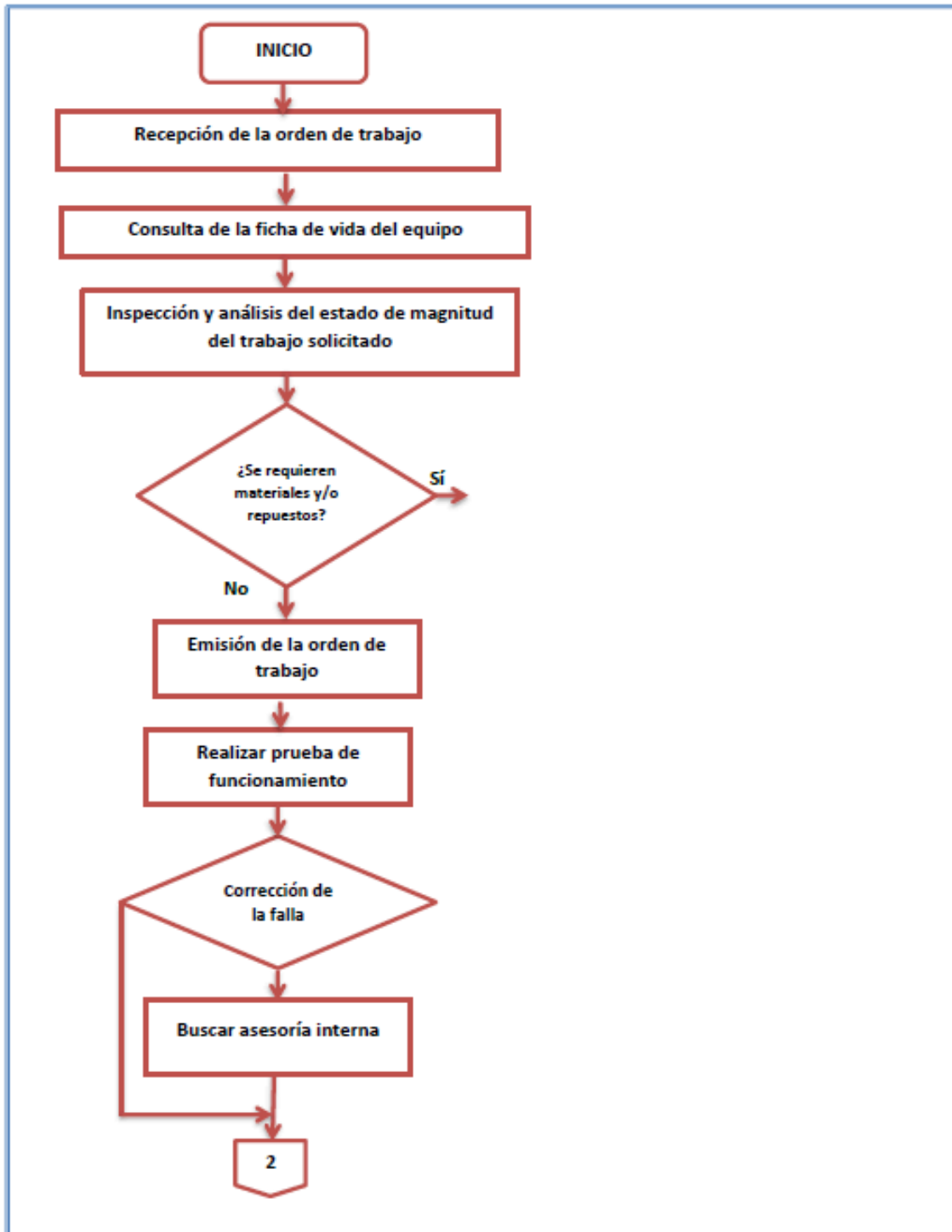


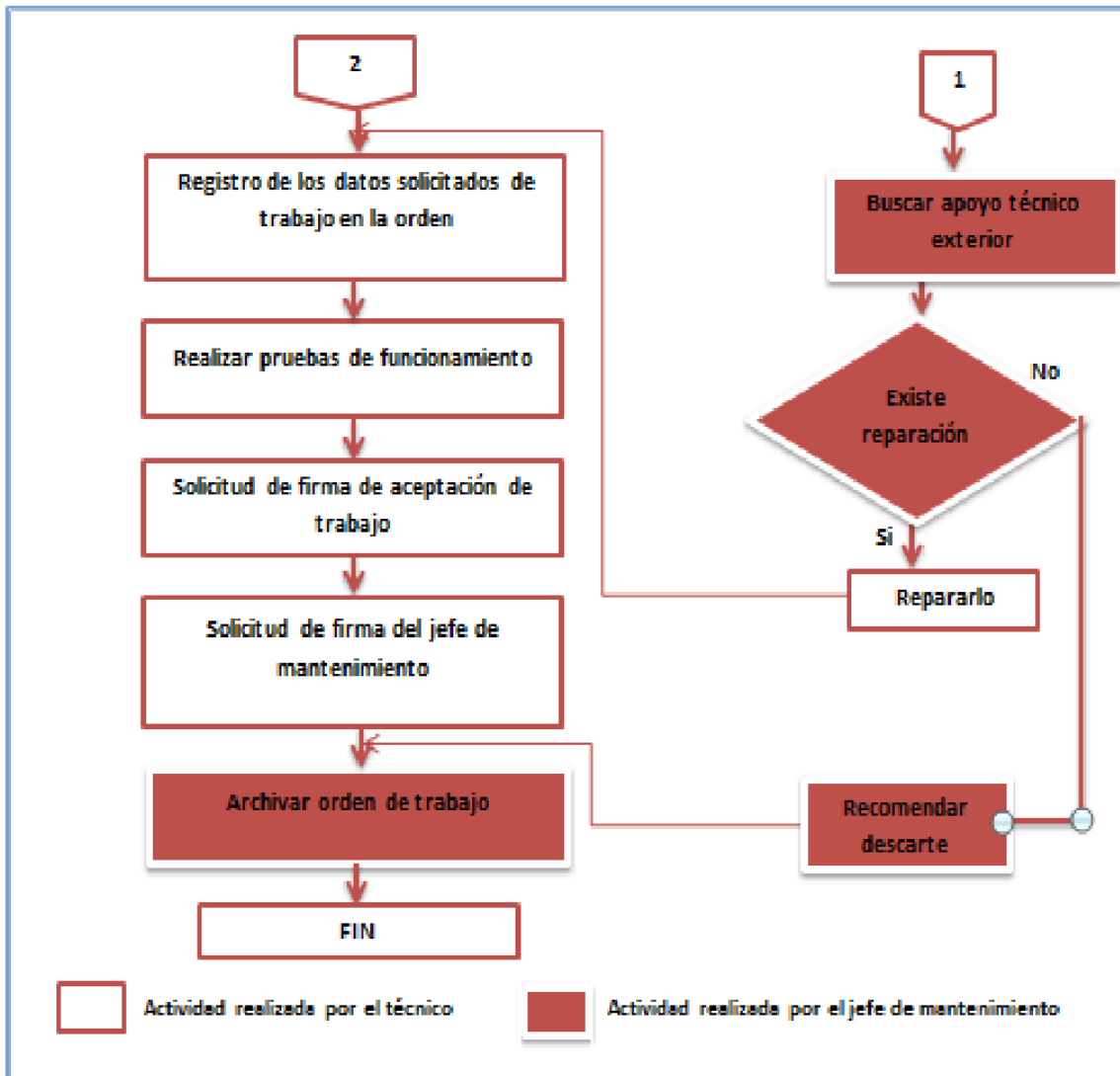




Mantenimiento correctivo

El mantenimiento correctivo empleado a los equipos del área de UCIN está fundamentado en la realización de reparaciones de emergencia que se efectúan para evitar que haya tiempo ociosos, los cuales pueden provocar deficiencia en el servicio de atención a los pacientes, ya que es indispensable mantener en funcionalidad y disponibilidad total cada uno de los equipos biomédicos. Una vez que se toma la decisión de la asignación de la orden de trabajo el procedimiento de su ejecución no solo contempla el acto de reparar el equipo en cuestión, también incluye los pasos que se realizaron previos, durante y posterior para preparar, gestionar y registrar lo que se necesita para ejecutar y controlar el trabajo. Los pasos que se siguen para la ejecución de una orden de trabajo se presentan a continuación:





Como se observó en las figuras anteriores la estructura de los procedimientos de mantenimiento preventivo y correctivo siguen una secuencia lógica y un tiempo específico con el cual se debe cumplir, sin embargo frecuentemente, el jefe de mantenimiento enfrenta situaciones en las cuales los trabajos pendientes son tan numerosos y de tal complejidad que resulta casi imposible tener fácil acceso a la documentación de cada uno de los equipos biomédicos, dada tal situación resultará muy beneficioso el uso del sistema informático a proponer.

3.2 Propuesta del software para administrar las actividades de mantenimiento del área UCIN del Hospital Angamos- Lima

Eventualmente con la recopilación de datos obtenidos durante el trabajo de campo, observaciones, entrevista y encuesta se logró reunir información necesaria para realizar el respectivo diseño del sistema aplicativo y presentar una propuesta.

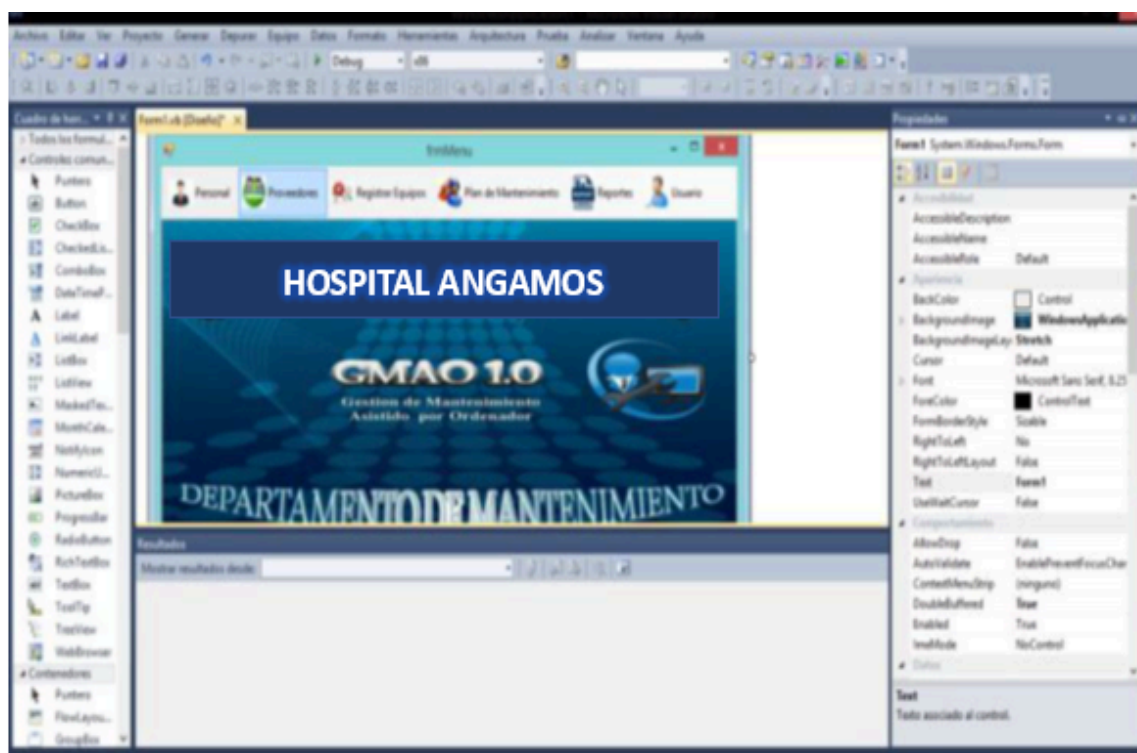
Cabe resaltar que uno de los puntos clave para desarrollar el sistema aplicativo a proponer fue la realización del inventario técnico en conjunto con la estructuración de las respectivas actividades de mantenimiento las cuales llevan una secuencia lógica para llevarse a cabo.

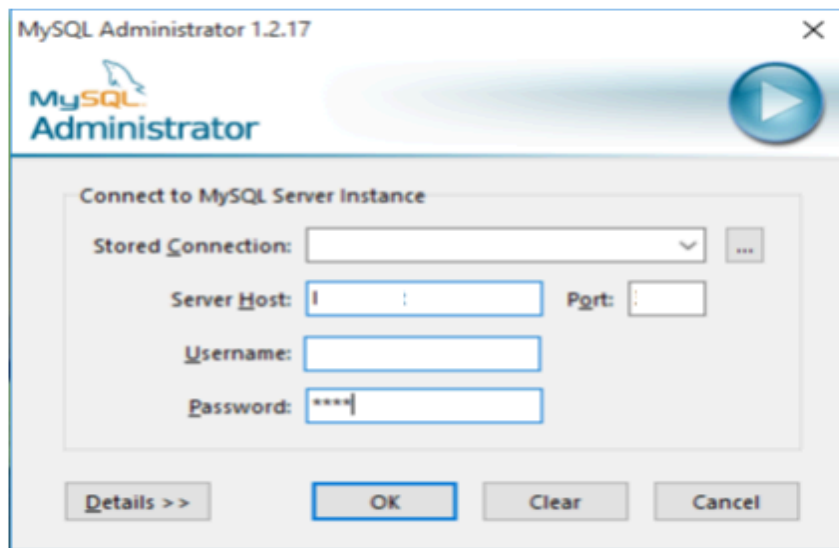
NOMBRE DEL SISTEMA: Gestión de Mantenimiento Asistido por Ordenador

“GMAO”

Requerimientos para crear el sistema

Para la creación del sistema visual, se utilizó el software “Microsoft Visual, Studio 2010, y como gestor de base de datos el Software MYSQL. Además, se utilizó el software Cifre (Create Install Free) que permite generar un archivo ejecutable (.EXE) que se puede instalar presionado doble clic sobre su icono, en cualquier computador.





Funciones a desarrollar del sistema

El software nos presentará diferentes funciones cuya tarea será el ingreso de datos, visualización de información, organización y planificación de las distintas tareas de mantenimiento como, por ejemplo: la elaboración de rutinas de trabajo, emisión de órdenes de trabajo, hojas de vida y actualización de inventario. Estas funciones estarán divididas en 6 grupos; Personal, Proveedores, Registro de equipo, Plan de mantenimiento, Reporte, Usuario y ayuda.

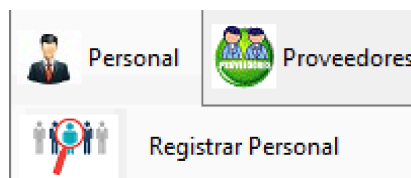
Posteriormente de ingresar nombre de usuario y contraseña se nos abrirá la ventana principal del software donde se visualizará el menú general y nos mostrará los principales controles.

Al iniciar la aplicación se visualizará pequeña ventana para el ingreso de usuario y contraseña

Posteriormente de ingresar nombre de usuario y contraseña se nos abrirá la ventana principal del software donde se visualizará el menú general y nos mostrará los principales controles.

El menú general cumplirá con la labor de mostrar los principales controles referente a:

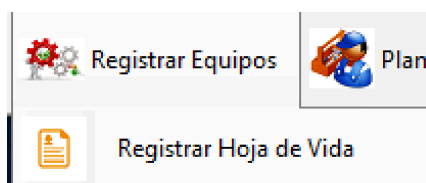
Personal: Al ingresar al menú general y seleccionar la opción PERSONAL, se visible una pantalla donde se podrá registrar el personal involucrado en las actividades de mantenimiento.



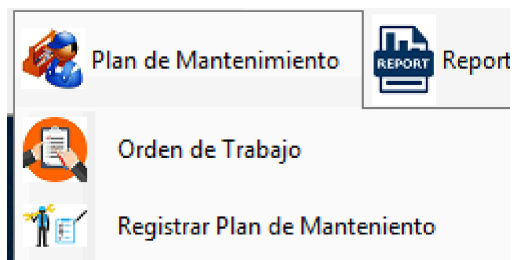
Proveedores: Este control permitirá el acceso a los contactos que proveen los repuestos de los equipos.



Registrar equipos: Al dar clic sobre este control nos permitirá el acceso a todos los equipos con que cuenta el hospital San Juan de Dios en el área de UCIN y asimismo mostrara los datos como marca, modelo, serie de cada uno de ellos.



Plan de Mantenimiento: Su principal objetivo es la de permitirle al usuario las funciones de planificar el mantenimiento a realizar a cada equipo, ya sean de carácter correctivo o preventivo.



Reporte: Esta parte del menú principal tiene la finalidad emitir reportes de inventario para ser exportados a PDF, Excel o Word para ser modificados o impresos.

Usuario: Al hacer clic sobre este ítem permitirá registrar usuario para que tengan accesos al sistema y también.

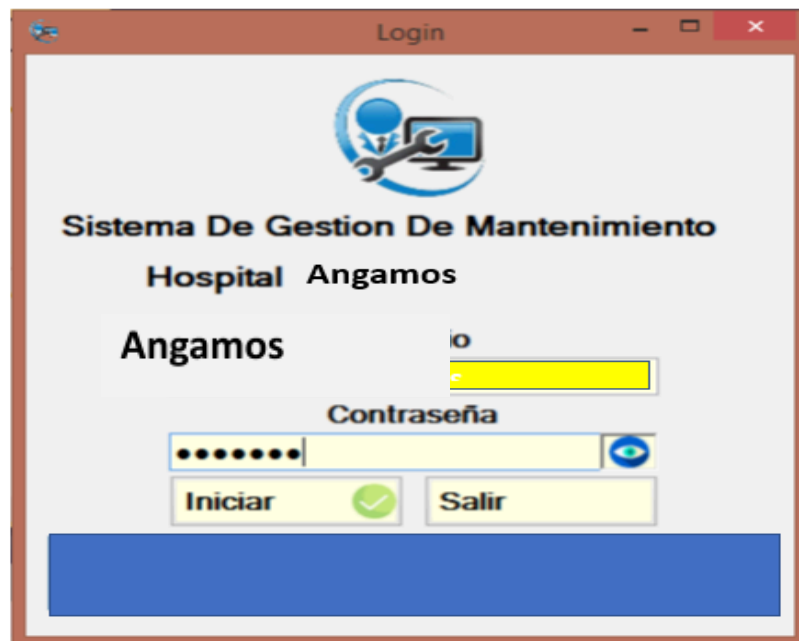


dar los pertinentes permisos sobre una parte específica del programa.

Cabe resaltar que la aplicación cumple con las funciones básicas de editar, agregar nuevo registro, borrar, actualizar e importar imágenes como también cuenta con la función de imprimir y exportar a PDF, Microsoft office Word y Excel.

La implementación de este software tendría por objetivo fundamental, solucionar y automatizar ciertos procesos de mantenimiento, que en la actualidad se realizan manualmente.

Cabe recalcar que la información de equipos se encuentra incorporada en el software: esto quiere decir que al ser instalado el programa ya contará con la información de los equipos descritos en la amplitud del plan.



3.3. Análisis económico

Inversión inicial y costos operativos

Para llevar a cabo el análisis económico del diseño de un plan de mantenimiento preventivo para los equipos médicos del hospital Angamos, se inicia determinado los costos que influyen en este estudio, para ello se dividen en dos tipos de costos los llamados inversión inicial, es decir solo se requieren para dar arranque al proyecto estos suma un total de **S/25,776.00**, además se determinaron los costos operativos, es decir estos se incurren durante todos periodos de evaluación, por lo que se asume un total de **S/14,875.00** por año, en la tabla 8 se presenta el detalle de los costos operativos y la inversión inicial.

TABLA IX

INVERSIÓN INICIAL Y COSTOS OPERATIVOS PARA EL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Herramienta de mejora	Tipo de costo	Descripción de recurso	Unidad	Costo unitario	Cantidad	Inversión total
Plan de mantenimiento preventivo		Capacitación al personal	horas	s/120.00	10	s/1200.00
		Herramientas y equipos	kit	s/10000.00	1	s/10000.00
		equipos de escritorio	kit	s/60000.00	1	s/6000.00
		Otros		s/1000.00	1	s/ 1000.00
		Personal técnico	und/mes	s/1000.00	1	s/1000.00
		Implementación de seguridad	kit	s/1200,00	1	s/1200,00
		Calibración de equipos		s/6000.00	1	s/600.00

Identificación y análisis de la información requerida

Luego de extraer la base de datos de la tecnología médica perteneciente al Hospital Angamos y aplicar los criterios de inclusión establecidos, se obtuvo que el cálculo del costo total de

mantenimiento debía ser aplicado a 345 equipos médicos. En la Fig. 6 se puede apreciar el orden de los filtros aplicados para obtener la cantidad total de equipos a evaluar

Criterios de inclusión aplicados

- Equipos médicos con lo que cuenta actualmente el Hospital Angamos
- Equipos adquiridos en modalidad de compra
- Equipos de clasificación IIA, IIB y III
- Equipos sujetos a mantenimiento

Continuando con el desarrollo de las actividades, después de la revisión bibliográfica que determinó los costos a incluir en la herramienta, se obtuvo la siguiente información consignada

TABLA 10
COSTOS A INCLUIR EN LA HERRAMIENTA

Clasificación	Costos	Descripción	Seleccionado	Descartado
Costos directos	Mano de obra	Tiempo invertido del personal del área de ingeniería en mantenimiento preventivo y correctivos	x	
	Repuestos	Costos de repuestos adquiridos para los equipos seleccionados en el año 2024	x	
	Contrato con proveedores externos	Costo de mantenimiento asociado a cada equipo incluido en contratos vigentes para el año 2021	x	
Costos Indirectos	Herramientas	Utensilios requeridos para mantenimientos como destornilladores, multímetros, etc.		x
	Implementos para limpieza	Elementos para limpieza y desinfección como alcohol, toallas, arsol, etc.		x
	Otros insumos	Demás implementos requeridos para realizar mantenimientos como guantes, papelería, agua, entre otros		x

Luego de tener determinados los costos necesarios, se recolectó la información necesaria para cada uno de los equipos. A continuación, en la Tabla II, se puede observar un ejemplo de los datos que fueron necesarios incluir de cada equipo para su identificación. Además de incluir el tiempo de horas de mantenimientos preventivos y correctivos, el total de los repuestos y el valor del contrato con el proveedor externo en caso de tenerlo.

TABLA XI

RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN REQUERIDA PARA CADA EQUIPO

Nombre	Servicio	Marca	Código interno	Serie	Modelo	Total repuestos	Tiempo de mantenimiento preventivo	Tiempo de mantenimiento correctivo	Contrato proveedor externo
Máquina de anestesia	hemodinámica	Datex Chmeda	HA-maqan 017						
eco cardiógrafo	eco cardiografía pediátrica	Philips	HA-Ecorar o 19	US21580025					
Desfibrilador	UCC cuidados coronarios	Nhon kohden	HA-Desf13 8	120					
Grabadora Holter	Holter	Spacelabs Healthcare	HA-Grhol5 9						
Máquina de anestesia	cirugía	Draeger Colombia S.A.	HA-maqan 013						



eco cardiógrafo



Desfibrilador



Grabadora Holter

Posteriormente, se siguió con la implementación de la herramienta para todos los equipos que fueron seleccionados. Al proyecto se adjunta la ejecución de la herramienta con el resultado final (Anexo 1). Al realizar todos los cálculos de repuestos, costo de mano de obra y contrato con proveedores se obtuvo de manera global los siguientes resultados mostrados en la **Tabla III**.

TABLA XII
RESULTADO FINAL DEL COSTO DE MANTENIMIENTO PARA EL AÑO 2024

	Total, de correctivos efectuados al año	Costo total de repuestos adquiridos en el año	Costo total de mantenimiento (2024) de anual
Valor total	456	s/81 595.33	s/ 711 861.18

Fuente_ El autor

De igual forma que en la primera etapa del proyecto, luego de realizar la revisión bibliográfica se obtuvo nuevamente un listado como se observa en la **Tabla IV** que contiene los indicadores de costos más comúnmente usados y de estos, fueron escogidos 5.

TABLA VI
INDICADORES DE COSTOS MÁS COMÚNMENTE USADOS

Indicadores	Seleccionado	Descartado
Costo total de mantenimiento	x	
Costo por mes	x	
Costo por servicios	x	
Costo por marca	x	
Tipo de repuesto más adquirido	x	
Relación entre costo de adquisición y costo de mantenimiento por año		x
Relación entre mantenimientos correctivos y preventivos		x

Fuente: El autor

En la **Tabla V** y en las **Fig. 9, Fig. 10 y Fig. 11** se tienen los resultados para el primer indicador, que determinó el valor de costos por cada mes. Allí se puede apreciar que el mes en el que se tiene un mayor gasto para mantenimiento es marzo, con un total de s/ 24 432.46, mientras que en el mes en el que se generaron menos costos fue en abril con un valor de s/ 8 564.20.

TABLA XIII
INDICADORES DE COSTOS POR CADA MES

Mes	Costo total de repuestos	Tiempo de mantenimiento preventivo (horas)	Mantenimientos correctivos	Tiempo de mantenimiento correctivo (horas)	Costo total de mantenimiento
Enero	s/ 1 643.99	82	47	84	s/ 18 201.80
febrero	7 471.97	56	36	102	s/ 15 679.92
Marzo	7652.73	53	42	94	s/ 24 432.46
Abril	4399.32	13	12	24	s/ 8 564.20
Mayo	4958.41	36	26	48	s/ 9 456.78
Junio	7774.2	65	48	56	s/ 16 748.94
Julio	11442,9	64	32	48	s/ 17 543.56
Agosto	4681.89	42	37	62	s/ 10 567.34
Setiembre	9676.35	35	28	48	s/ 10 245.68
Octubre	6605.39	32	16	34	s/ 11 459.34
Noviembre	8370.84	41	19	46	s/ 14 346.22
Diciembre	3861.05	37	25	42	s/ 12 678.90

Fuente: Hospital Angamos



Fig. 23 Indicadores de costos por mes



Fig. 24. Diagrama de barras del total de repuestos adquiridos por mes

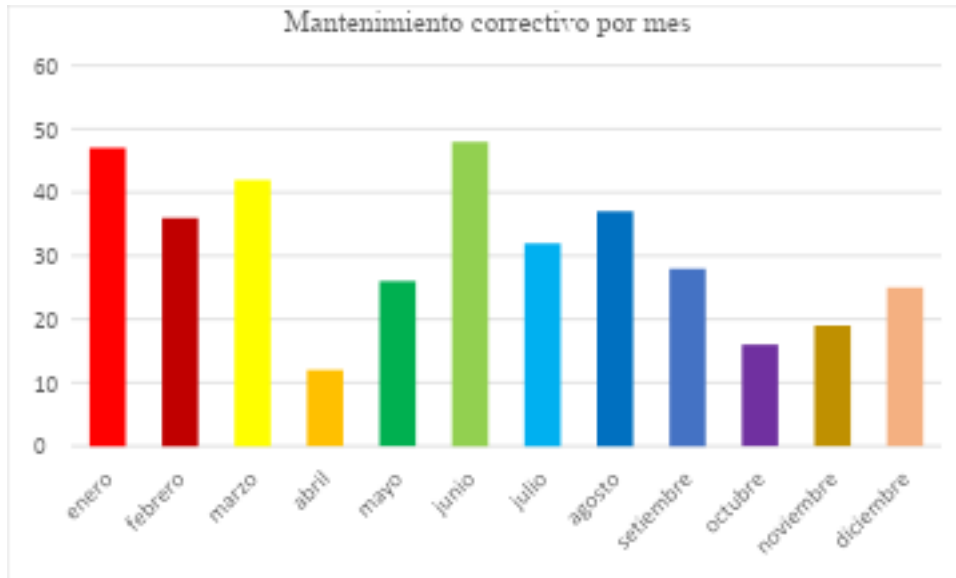


Fig. 25. Diagrama de barras de mantenimientos correctivos realizados por mes

TABLA XV.

INDICADORES DE COSTOS POR SERVICIO

Servicio	Costo total de repuestos	Mantenimientos correctivos	Costo total de mantenimiento
Cirugía	5946.43	50	2465.78
Consulta externa	458.20	43	2562.28
Hospitalización	2458.30	23	3468.34
Urgencias	2346.24	42	4542.21
Pediátricos	5741.54	35	2498.30
Cuidados intensivos	3265.26	66	2565.26
Rayos X	1994.28	21	3840.46
Esterilización	3808.24	7	2482.25
Neumología	4554.28	17	2548.28
Cuidados intensivos	3528.90	2	3346.29

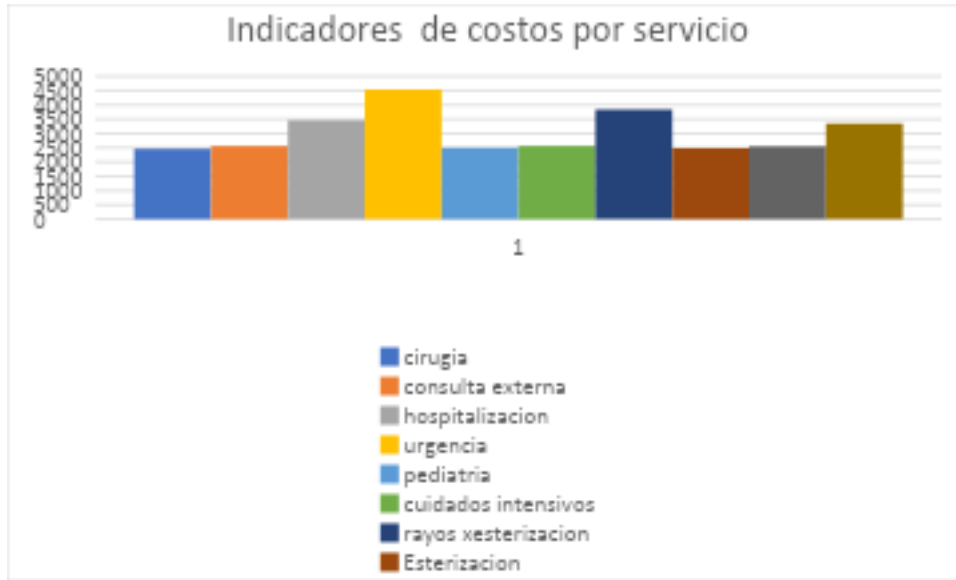


Fig. 26 Indicadores de costos por servicio

IV DISCUSION

Al desarrollar un sistema de Gestión de Mantenimiento para los equipos biomédicos del hospital Angamos, se consideran las deficientes condiciones iniciales para el manejo y desenvolvimiento de las actividades de mantenimiento y se direccionan las mismas para establecer parámetros a los que dichas actividades provean de mejores resultados en base a una optimización de recursos para mantenimiento y de la correcta organización de las actividades que la componen. A través de la valoración de la criticidad de los equipos, la definición del inventario, las frecuencias de mantenimiento preventivo, los procedimientos e instructivos, el personal dispone de las herramientas adecuadas para analizar, comprender y desarrollar las actividades de mantenimiento preventivo en los equipos que lo necesitan, en el tiempo que lo requieren y optimizando los recursos disponibles, puesto que se evitan paradas por mantenimientos correctivos, conservando la operatividad del medio y realizando para ello únicamente la cantidad de tareas necesarias.

El estudio tiene por objetivo determinar la influencia del mantenimiento preventivo sobre la disponibilidad de los equipos médicos del hospital Angamos, por lo tanto, se determinó que la disponibilidad de los equipos médicos mejoró de 75% a 90% lo cual representa un incremento del 15% por lo que se está de acuerdo con el estudio de Ávila y Crespo en el año 2022 quien indica la existencia de un total de 266 equipos médicos y que únicamente manejan registros esporádicos de las actividades realizadas sobre un 26 % del total de equipos del hospital, lo que implica que no existe información física completa acerca del mantenimiento que se realiza sobre la mayor parte de los equipos, ocasionando una dificultad al momento de realizar el análisis que será la base para el desarrollo del plan de mantenimiento. Con respecto al tiempo medio de reparación (MTTR) en el presente estudio se logró reducir en 96.01% después de la propuesta del plan de mantenimiento preventivo, el tiempo medio entre fallas (MTBF) se mejoró las horas de servicio apoyándonos en el estudio de López y Talavera en el año 2023. Con el nuevo modelo de mantenimiento preventivo logró mejorar la disponibilidad de los equipos a 90%.

Estadísticamente se demostró el contraste de la hipótesis mediante la prueba causa efecto donde se ve reflejado las principales causas que afectan el departamento de mantenimiento e ingeniería del hospital el cual se ve involucrado el método en cuanto a la manera de realizar los trabajos, la mano de obra que directamente está relacionada con la falta de capacitación y cultura laboral del personal, los materiales referentes a la falta de refacciones, equipos y herramientas deterioradas e insumos de mala calidad. Otra causa es el medio ambiente laboral donde se ejecutan los trabajos correspondientes al mantenimiento de los equipos biomédicos de igual manera otras causas son la

medición y lo referente a la maquinaria que en ocasiones vienen con defectos de fábrica. Todas estas causas traen como efecto un mal servicio en las actividades de mantenimiento de los equipos biomédicos.

Durante el desarrollo de esta investigación se presentaron algunas limitaciones como el tamaño de la muestra debido a que se trabajó solo con los equipos de un área, si bien estos no podrían ser representativos al 100%, sin embargo, el área de hospitalización es la que más demanda atiende, por lo tanto, se necesita que sus equipos cuenten con un índice de disponibilidad alto para lograr atender con efectividad a los pacientes que los requieren, Otra de las limitaciones fue el tiempo disponible para realizar la toma de datos por lo que se optó por recoger los datos pre un mes antes de la aplicación posteriormente a ello se realizó una nueva toma de los indicadores de la disponibilidad por un periodo de un mes con los que se logró obtener conclusiones de una significativa mejora.

Debido a que la disponibilidad es un indicador indispensable para el desarrollo óptimo de trabajo de los equipos, se recomienda a futuros investigadores centrar sus esfuerzos en desarrollar investigación en otros temas que sumen a mejorar las disponibilidad y confiabilidad de los equipos médicos del área de hospitalización del hospital Angamos de Lima, entre las nuevas investigaciones pueden estar herramientas como TPM, mantenimiento autónomo, entre otras herramientas de mejora continua.

V. CONCLUSIONES:

A través del desarrollo de la etapa de identificación, se establece que inicialmente las condiciones bajo las que se llevan a cabo las actividades de mantenimiento, que a su vez son únicamente correctivas, denotan la inexistencia de la gestión de mantenimiento en el medio evaluado

En base a la información recolectada en las fichas de identificación inicial y las fichas históricas de mantenimiento, se evidencia la existencia de un total de 78% de los equipos y de que únicamente se manejan registros de las actividades realizadas un 22% de los mismos, lo que implica que no existe información acerca del mantenimiento que se realiza sobre el 55% de los equipos imposibilitando el mantenimiento preventivo bajo las condiciones iniciales.

Se colaboro con el Hospital para mantener e buenas condiciones los equipos del sector salud que provee en algunos casos, el soporte de la vida de algunas personas, debido a la eficiencia de los trabajos realizados.

V. RECOMENDACIONES:

- De acuerdo a las características definidas en la identificación, se sugieren indicadores para supervisión y control de los resultados obtenidos de aplicar el Sistema de gestión para una optimización de su desenvolvimiento.
- Capacitar al personal en métodos o herramientas de tecnologías que ayuden a solventar problemas de mantenimiento, implementación de una mesa de ayuda.
- Debido a que la disponibilidad es un indicador indispensable para el desarrollo óptimo de trabajo de los equipos, se recomienda a futuros investigadores centrar sus esfuerzos en desarrollar investigación en otros temas que sumen a mejorar las disponibilidad y confiabilidad de los equipos médicos del área de hospitalización del hospital Angamos de Lima, entre las nuevas investigaciones pueden estar herramientas como TPM, mantenimiento autónomo, entre otras herramientas de mejora continua.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

- [1] S. Ávila y C. García. Diseño plan de mantenimiento preventivo para equipos médicos del Hospital Santa Inés. Universidad Politécnica Salesiana. Cuenca Ecuador 2022.
- [2] C. Ortiz y V. Espín. Sistema de Gestión de Mantenimiento Integral en el Centro Quirúrgico del Hospital General Docente Ambato. Universia Técnica de Ambato.
- [3] E. Hernández J. Sandoval. Aplicación de conceptos de ingeniería biomédica en la gestión de los equipos médicos en el hospital nacional “san pedro”, enero-septiembre 2019. Universidad del Salvador. Maestrea en Gestión Hospitalaria
- [4] J. S. Ochoa disponibilidad de equipos médicos en el área de emergencia del Centro de Salud CLAS San Jerónimo – 2022. Universidad Andina del Cusco. Perú- 2023
- [5] J. C. López y O.G. Talavera. Implementación de un manual de mantenimiento preventivo y correctivo para equipos biomédicos en el Hospital Belén de Trujillo 2023. Universidad Privada Antenor Orrego
- [6] J. Fernández. Plan de mantenimiento de equipos biomédicos de alto riesgo en un hospital público del departamento de San Martín, 2023. Universidad Cesar Vallejo. Lima- Peru 2024

Páginas Web

<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/23483/1/UPS-CT010088.pdf>

<https://red.uao.edu.co/server/api/core/bitstreams/fc2b6cd9-8d4c-45cd-aa1f-63de87744614/content>

<https://sired.udenar.edu.co/1028/1/90635.pdf>

<https://core.ac.uk/download/pdf/225490219.pdf>

<https://repositorio.uandina.edu.pe/backend/api/core/bitstreams/2bab8ef3-14a1-4076-9029-73202af09cab/content>

https://repositorio.untels.edu.pe/jspui/bitstream/123456789/404/1/Mamani_Luis_Trabajo_Suficiencia_2019.pdf

<https://es.slideshare.net/slideshow/mantenimiento-de-equipos-251426756/251426756>

<https://hiraoka.com.pe/blog/post/tensiometro-que-es-para-que-sirve-y-como-funciona?srsId=AfmBOoqqU2q3tRMRXzUxIHyaJZndgOOYwW7fSp431hC-sZxzMZKyeypn>

<https://es.scribd.com/document/499975231/RUTINA-tensiometro>

<https://www.oxigenalud.com/es/aspirador-secreciones-uso-recomendaciones>

https://es.wikipedia.org/wiki/Equipo_dental

<https://admasmedical.es/mantenimiento-equipo-dental/>

https://es.wikipedia.org/wiki/Microscopio_%C3%B3ptico

<https://aux.streaming.ifevet.com/uso-y-mantenimiento-del-microscopio-optico/>

https://es.wikipedia.org/wiki/Cabina_de_flujo_laminar

<https://www.lobov.com.ar/mantenimiento-de-cabinas-y-flujos-laminares-mantenimiento-preventivo-certificacion-descontaminacion--news--5-1181>

https://es.wikipedia.org/wiki/Cinta_de_correr

<https://www.gymservice.com.co/productos/mantenimiento-y-reparacion-de-trotadoras/>

<https://es.wikipedia.org/wiki/Incubadora#:~:text=Se%20denomina%20incubadora%20al%20aparato%20reproducci%C3%B3n%20de%20seres%20vivos.>

https://issuu.com/laboratorio_hu/docs/manual_de_mantenimiento_para_equipos_de_laborator/157

https://es.wikipedia.org/wiki/L%C3%A1mpara_de_hendidura

<https://es.scribd.com/document/501968901/Protocolo-de-Lampara-de-Hendidura>

<https://es.wikipedia.org/wiki/Autoclave>

<https://au-autoclav.es/por-que-debo-realizar-el-mantenimiento-periodico-a-mi-autoclave-de-la-marca-icanclave/>

<https://www.dhmaterialmedico.com/ecografo-que-es-para-que-sirve?srsId=AfmBOor1ekiWH0z2VopVVvTXcSP2nwbiNPHHkMZNBZrgNIFZxL-j0Nmo>

<https://es.slideshare.net/slideshow/instrumentacin-ecografica-con-equipo-mindray/249338880>

https://bvs.minsa.gob.pe/local/PFSS/689_MS-PFSS168.pdf

<https://tractian.com/es/blog/8-indicadores-indispensables-para-la-gestion-del-mantenimiento>

<https://portalmiraflores.com/hospital-essalud-angamos-hospitales/>

<https://www.essalud.gob.pe/hospital-angamos-suarez-ahora-es-hospital-iii/>

Marco normativo peruano en mantenimiento de equipos biomédicos

Resolución Ministerial N.º 260-2023-MINSA 9 de marzo de 2023. Modificar con eficacia anticipada al 26 de febrero de 2023 el Documento Técnico: "Plan de mantenimiento de la infraestructura y de los equipos médicos y biomédicos de los servicios oncológicos de las Instituciones Prestadoras de Servicios de Salud del Ministerio de Salud y de los Gobiernos Regionales 2023" y sus Anexos N° 01, N° 02 y N° 03, aprobado mediante Resolución Ministerial N° 218-2023/MINSA, que como anexo forma parte integrante de la presente Resolución Ministerial, y que se publica en la sede digital del Ministerio de Salud..

NORMA TÉCNICA DE SALUD N° 110-MINSA/DGIEM-V.01

Resolución Ministerial N.º 546-2011-MINSA. Elaboración de un plan anual de mantenimiento con inventario actualizado y personal calificado.

VII ANEXO

Problemas	Objetivos	Hipótesis	Variables	Metodología
<p>PROBLEMA PRINCIPAL ¿De qué manera se establecer la sistematización del plan de mantenimiento y eficiencia de los equipos biomédicos en el Hospital de Angamos” - Lima?</p> <p>PROBLEMAS ESPECÍFICOS PE1: ¿Cómo es que la falta de equipos de instrumentación para la calibración puede hacer difícil mejorar la calidad en la prestación del servicio en el hospital de Angamos?</p> <p>PE2: ¿Cuáles son las diferencias de la mejora del desempeño del programa de mantenimiento de los equipos biomédicos de los servicios del Hospital Angamos-Lima?</p>	<p>OBJETIVO GENERAL Establecer la Sistematización del plan de mantenimiento y eficiencia de los equipos biomédicos en el Hospital de Angamos” - Lima</p> <p>OBJETIVOS ESPECÍFICOS: OE1: Determinar las diferencias de la gestión operativa de un programa de mantenimiento de los equipos biomédicos en los Servicio del Hospital Angamos-Lima OE2: Determinar las diferencias de la mejora del desempeño de un programa de mantenimiento de los equipos biomédicos en el Servicio del Hospital Angamos-Lima</p>	<p>HIPÓTESIS PRINCIPAL Se establecer la sistematización del plan de mantenimiento y eficiencia de los equipos biomédicos en el Hospital de Angamos” - Lima</p> <p>HIPÓTESIS ESPECÍFICAS: HE1: Existen diferencias significativas en la gestión operativa de un programa de mantenimiento de los equipos biomédicos en el Hospital Angamos-Lima HE2: Existen diferencias significativas de la mejora del desempeño de un programa de mantenimiento de los equipos biomédicos en el Hospital Angamos-Lima</p>	<p>VARIABLE INDEPENDIENT E Sistematización del plan de mantenimiento</p> <p>VARIABLE DEPENDIENTE Eficiencia de los equipos biomédicos</p>	<p>Tipo de investigación : Investigación de tipo aplicado</p> <p>Diseño: Pre test- postest</p>

Ubicación y acceso del hospital de Angamos:

El hospital III Suárez Angamos, perteneciente a la Red Prestacional Rebagliati del Seguro Social de Salud (EsSalud), se sitúa en la Av. Angamos Este 261, Miraflores 15046, distrito de Miraflores, en el departamento de Lima.

Este hospital ha recibido un rating promedio de 3.3 basado en 221 opiniones, lo que refleja la experiencia de una amplia comunidad. Si bien su calificación invita a la reflexión, es vital explorar todo lo que este centro de salud tiene para ofrecer: desde servicios médicos diversos hasta un equipo profesional comprometido.

El Hospital EsSalud Angamos se presenta como una opción confiable para el cuidado de la salud de las personas. Con un horario de atención de 24 horas al día, 7 días a la semana, está siempre disponible para atender las necesidades médicas de los pacientes, sin importar la hora.

RUTA	DESCRIPCION	DISTANCIA (KM)
1	SJL – VIA DE EVITAMIENTO- HOSPITAL DE ANGAMOS	23.3
2	ICA – CARRETERA PANAMERICANA SUR – HOSPITAL DE ANGAMOS	298.2

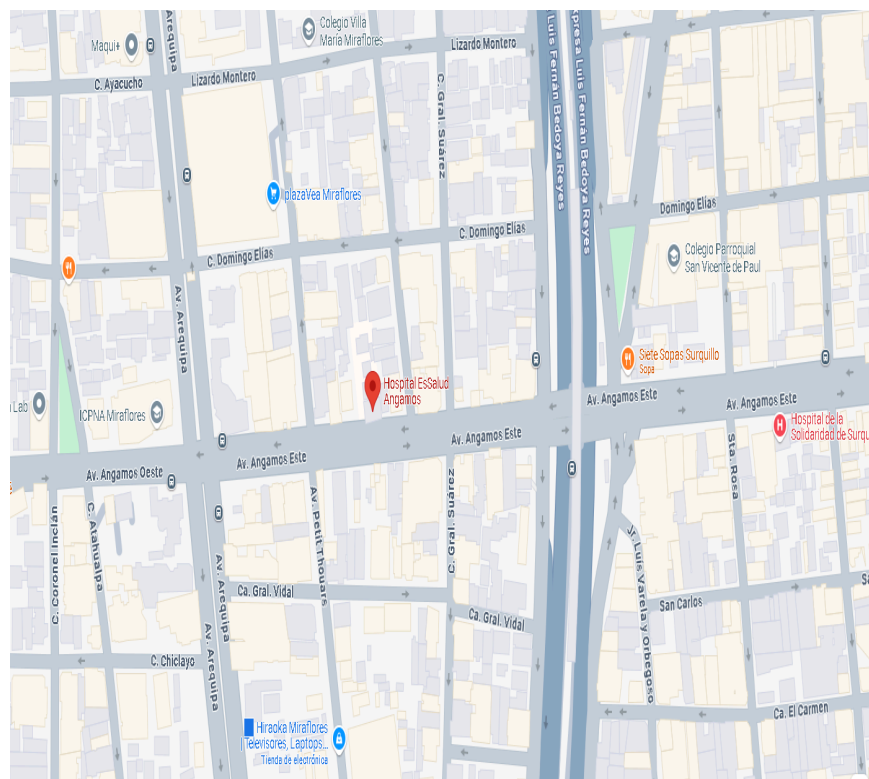


Fig. 25. Ubicación regional del Hospital de Angamos

